Ministry of Education and Science of Ukraine

ODESSA NATIONAL ACADEMY OF FOOD TECHNOLOGIES

International Competition of
Student Scientific Works

BLACK SEA SCIENCE 2018

PROCEEDINGS



April, 4, 2018

ODESSA, ONAFT 2018

Ministry of Education and Science of Ukraine

Odessa National Academy of Food Technologies

International Competition of Student Scientific Works

BLACK SEA SCIENCE 2018

Proceedings

April 4, 2018

НТБ ОНАХТ

Odessa, ONAFT 2018

Міністерство освіти і науки України

Одеська національна академія харчових технологій

Міжнародний конкурс студентських наукових робіт

BLACK SEA SCIENCE 2018

Матеріали

4 квітня 2018 року

НТБ ОНАХТ

Одеса, ОНАХТ 2018

UDC 001(262.5):378.4.091.27(08)
BBC 421D221
B64

Editorial board:

Prof. B. Yegorov, D.Sc., Rector of the Odessa National Academy of Food Technologies, Editor-in-chief

Prof. M. Mardar, D.Sc., Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work and International Relations, Editor-in-chief

Dr. I. Solonytska, Ph.D., Assoc. Professor, Director of the M. V. Lomonosov Technological Institute of Food Industry, Head of the jury of «Food Science and Technology»

Dr. O. Kalaman, Ph.D., Assoc. Professor, Director of the G. E. Weinstein Institute of Applied Economics and Management, Head of the jury of «Economics and Administration»

Prof. V. Volkov, D.Sc., Head of the Department of Applied Mathematics and Programming, Head of the jury of «Automation»

Prof. S. Artemenko, D.Sc., Head of the Department of Computer Engineering, Head of the jury of «IT Technologies and Cybersecurity»

Prof. B. Kosoy, D.Sc., Director of the V. S. Martynovsky Institute of Refrigeration, Cryotechnology and Ecoenergetics, Head of the jury of «Renewable Energy Sources and Environmental Protection»

Prof. L. Morozyuk, D.Sc., Professor of the Department of Cryogenic Engineering, Head of the jury of «Refrigerating Machines and Equipment»

Dr. V. Kozhevnikova, Ph.D., Assistant Professor of the Department of Hotel and Catering Business, ONAFT, Technical Editor

Black Sea Science 2018: Proceedings of the International Competition of Student Scientific Works, April 4, 2018, Odessa / Odessa National Academy of Food Technologies; B. Yegorov, M. Mardar (editors-in-chief.) [*et al.*]. – Odessa: ONAFT, 2018. – 827 p.

Proceedings of International Competition of Student Scientific Works «Black Sea Science 2018» contain the works of winners of the competition.

The author of the work is responsible for the accuracy of the information.

ISBN 978-966-289-181-2 Odessa National Academy of Food Technologies

УДК 001(262.5):378.4.091.27(08)
ББК 421D221
В64

Редакційна колегія:

Єгоров Б.В. – д.т.н., професор, ректор Одеської національної академії харчових технологій, відповідальний редактор

Мардар М.Р. – д.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних зв'язків, відповідальний редактор

Солоницька І.В. – к.т.н., доцент, директор технологічного інституту харчової промисловості ім. М.В. Ломоносова, голова журі напрямку «Харчова наука і технологія»

Каламан О.Б. – к.е.н., доцент, директор інституту прикладної економіки та менеджменту ім. Г.Е. Вейнштейна, голова журі напрямку «Економіка і управління»

Волков В.Е. – д.т.н., професор, зав. кафедри прикладної математики і програмування, голова журі напрямку «Автоматизація»

Артеменко С.В. – д.т.н., професор, зав. кафедри комп'ютерної інженерії, голова журі напрямку «IT технології та кібербезпека»

Косой Б.В. – д.т.н., професор, директор інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, голова журі напрямку «Відновлювані джерела енергії та охорона навколишнього середовища»

Морозюк Л.І. – д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки, голова журі напрямку «Холодильні машини і установки»

Кожевнікова В.О. – к.т.н., асистент кафедри готельно-ресторанного бізнесу, технічний редактор

Black Sea Science 2018: Матеріали Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт, 4 квітня 2018 р., Одеса / Одеська національна академія харчових технологій; Б. В. Єгоров, М. Р. Мардар (відп. ред.) [та ін.]. – Одеса: ОНАХТ, 2018. – 827 с.

Збірник включає матеріали робіт переможців Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт «Black Sea Science 2018**».**

За достовірність інформації відповідає автор публікації.

ISBN 978-966-289-181-2 Одеська національна академія харчових технологій

Organizing committee:

Prof. Bogdan Yegorov, D.Sc., Rector of Odessa National Academy of Food Technologies, Head of the Committee

Prof. Maryna Mardar, D.Sc., Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work and International Relations of Odessa National Academy of Food Technologies, Deputy Head of the Committee

Prof. Stefan Dragoev, D.Sc., Vice-Rector on Research and Business Partnerships of University of Food Technologies (Bulgaria)

Prof. Baurzhan Nurakhmetov, D.Sc., First Vice-Rector of Almaty Technological University (Kazakhstan)

Prof. Andrzei Kowalski, Dr. habil., Director of Institute of Agricultural and Food Economics (Poland)

Dr. Olivera Djuragic, Ph.D., Director of Scientific Institute of Food Technology of University of Novi Sad (Serbia)

Prof. Mircea Bernic, Dr. habil., Vice-Rector on Research and Doctorate of Technical University of Moldova (Moldova)

Prof. Jacek Wrobel, Dr. habil., Rector of West Pomeranian University of Technology (Poland)

Prof. Michael Zinigrad, D.Sc., Rector of Ariel University (Israel)

Dr. Mei Lehe, PhD, Vice-President of Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University (China)

Prof. Plamen Kangalov, Ph.D., Vice-Rector on Education of "Angel Kanchev" University of Ruse (Bulgaria)

Dr. Alexander Sychev, Ph.D., Assoc. Professor of Sukhoi State Technical University of Gomel (Belarus)

Dr. Hanna Lilishentseva, Ph.D., Assoc. Professor, Head of the Department of Merchandise of Foodstuff of Belarus State Economic University (Belarus)

Prof. Heinz Leuenberger, Ph.D., University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland (Switzerland)

РЕПОЗИТОРИЙ

Організаційний комітет:

Єгоров Богдан Вікторович – д.т.н., професор, ректор – Одеська національна академія харчових технологій – голова оргкомітету

Мардар Марина Ромиківна – д.т.н., професор, проректор з науково–педагогічної роботи та міжнародних зв'язків – Одеська національна академія харчових технологій – заступник голови оргкомітету

Драгоєв Стефан Георгієв– д.т.н., професор, проректор з наукової роботи і бізнес партнерства – Університет харчових технологій (Болгарія)

Нурахметов Бауржан Кумаргалієвич – д.т.н., професор, перший проректор – Алматинський технологічний університет (Казахстан)

Ковальські Анджей – доктор-хабілітат, професор, директор інституту економіки сільськогосподарської та харчової промисловості – Інститут сільськогосподарської та продовольчої економіки (Польща)

Дюрагіц Олівера – доктор, директор інституту харчових технологій – Університет в м. Нові Сад (Сербія)

Бернік Мірча – доктор-хабілітат, професор, проректор з наукової роботи та докторантури – Технічний університет Молдови (Молдова)

Вробель Яцек– доктор-хабілітат, професор, ректор – Західнопоморський технологічний університет (Польща)

Зініград Михаїл – доктор наук, професор, ректор – Аріельський університет (Ізраїль)

Лехе Мей – доктор, віце-президент – Технологічний інститут Нінбо Чжэцзянського університету (Китай)

Кангалов Пламен – професор, доктор, проректор з навчальної роботи – Русенський університет «Ангел Канчев» (Болгарія)

Сичев Олександр Васильович – к.т.н, доцент, проректор з навчальної роботи – Гомельський державний технічний університет ім. П. Й. Сухого (Білорусь)

Лілішенцева Анна Миколаївна – к.т.н, доцент, зав. кафедрою товарознавства продовольчих товарів – Білоруський державний економічний університет (Білорусь)

Леунбергер Хайнц – доктор, професор – Університет прикладних наук і мистецтв Північно-західної Швейцарії (Швейцарія)

1. FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

2. ХАРЧОВА НАУКА І ТЕХНОЛОГІЯ

BEVERAGES-BIOPROTECTORS WITH HIGH ANTIOXIDANT PROPERTIES

Author – Bezzodina A., Oliinyk M.
Supervisor – Dziuba N.
Odessa National Academy of Food Technologies

In the work, the description of the collagen hydrolyzate, which contains oxylysine and oxyproline, is presented. Methods of swelling test of glutin and psyllium, recipes of beverages with bioprotectors with high antioxidant properties and beverages for pregnant women are presented.

The chemical composition of the developed drinks was studied, the main quality indicators such as organoleptic, microbiological indicators were determined and the biological activity of the beverage ingredients and the beverages themselves was determined. The technological schemes of beverage preparation are given.

ASLT analysis was conducted to predict the terms and conditions for the storage of beverages. The manufacture and storage of beverages were carried out in identical conditions, changing the storage parameters in accordance with the established ALST test plan, in conditions similar to those for modern catering establishments. It has been established that the overall organoleptic quality of developed beverages during storage for 24 hours at different temperatures has not changed. During the next 12 hours, all but the color dropped. Quality scores remained high enough for 72 hours. The research results of the developed drinks have shown that the drinks can be stored for 5 days at a temperature (5 ± 1) °C in a sealed container.

It is established that the developed drinks will be competitive on the consumer market of Ukraine.

РЕФЕРАТ

As a result of this work, the results were made on three conferences, three abstracts-reports were published, two articles are in leading international journal and three applications were filed for the obtaining of patents of Ukraine for the utility model.

Introduction

Healthy eating is a way of eating, in which the outcome of this process is to strengthen and improve the health, physical and spiritual forces of human, prevention and treatment of various diseases, slowing down of aging processes.

Nutrition of pregnant women is a special category of special dietary food, at this time mom need to enrich her daily diet with vitamins and useful substances in the diet plays an important role drinking mode.

The best thing is using water, and that was exposed to abstertion. It can be filtered or mineral, but soda water should be avoided. It is especially important to drink enough water after the first half of pregnancy.

During pregnancy, women have to give up many of the usual things, including from some of the beverages. Expectant mothers often are interested in questions during pregnancy what beverages are healthy.

The recommended beverages during pregnancy include natural juices. Canned juices for this purpose are not suitable because they may contain preservatives. It is best to use freshly squeezed juices. Fruit beverages that can be made from compote, jam, from dried fruit, frozen fruits or vegetables will also fit. These drinks contain useful vitamins and trace elements.

Recommend to include milk in beverages for pregnant women as well. But it needs to be cautious with this product. There are people who are having allergic reactions to lactose contained in it. It will be useful for the fetal development.

The beverages may have to be used by pregnant women, of course, which include sour-milk products: butter milk, fermented burger, liquid yoghurts. They are even more useful than milk and do not cause allergic reactions in the majority of people. Sour-milk products contain many useful vitamins and micro-elements, such as vitamins B1 and B12, calcium, potassium, magnesium, proteins. In addition, they have useful bacteria that improve digestion, normalize the work of the stomach and intestines, improve the microflora in them. Due to a healthy microflora the immunity of the mother and baby will become stronger. With a knowledge of the usefullness of various categories of beverages for pregnant women, this work is dedicated on developing a cocktails of enriched vitamins and

DRAFT

minerals that complement the energy value of the daily diet of pregnant women.

If the future mother will be mostly stick to the correct choice of beverages, drink clean water, juices, herbal decoctions, cocktails, then sometimes it can afford to drink and what you really want, for example: coffee or tea. Then it will be easier to transfer temporary restrictions.

Thus, the development of beverages that would be enriched with useful substances, including folic acid, plays an important role in the formation of healthy fetuses, is an actual topic of study. In addition, in today's sedentary way of life in the future mother's diet, the mass of products should be small in volume, but provide all the useful substances and have a high degree of digestibility. In particular milk-based cocktails with the addition of plant products satisfy the requirements.

1. Analytical review

During pregnancy, the woman's body undergoes changes associated with growth and full-fledged operation of the fetus. It is important during this period that the future mother reviews her diet and it needs to eat only natural foods. Importantly at the very beginning of the pregnancy to get used to the beverages that really fill the deficiency of vitamins in the body.

Smoothie is a thick, useful cocktail that meets all the requirements of healthy eating for children and pregnant women.

When taking it , it is necessary to remember that this cocktail is a full meal for a dense breakfast or noon, a dessert for a light lunch or dinner. The caloric content of the strip, of course, depends directly on the nutritional value of its components.

A balanced diet of pregnant women involves the presence of a full-fledged useful breakfast, which will help store energy so that a woman has enough strength and vigor during the day.

Ideal nutrition of pregnant women for breakfast is cereals, which provides the necessary energy to mom; fruits or dried fruits are riched in vitamins; milk or dairy products are important sources of calcium.

An indispensable product for breakfast is oatmeal. It is valuable as a great source of fiber and complex carbohydrates. It is very important and that the regular use of oatmeal stimulates bowel activity.

Fruits for breakfast can be composed of oatmeal (cereal with dried fruits) may be fresh or baked. For the variety of food pregnant women smoothies can be made with fruits, mixed with fruit, natural yoghurt and nuts.

A proper breakfast during pregnancy counts for a great deal in each trimester, but account must be taken of some of the nuances. So, in the first trimester is recommended at least four meals a day: breakfast, second breakfast, lunch and dinner.

The [21] work presents the results of the activities in the sphere of securing the posts of functional recognition on the basis of topinambur and pumpkin. As a biologically active additive it is suggested to add walnut milk-wax ripeness. Experimentally determined their rational content in the technology of smoothie: walnut – 4 ... 8% , alcohol extract – 5...8%, sugar – 13… 30%. The technology of an artichoke/pumpkin- walnut smoothie.

In article [15] the functional and technological properties were investigated and technology of production of new types of oxygen-containing whey-based beverages (smoothie), natural fruit and berry juices and purees and dietary fibers "Citri-Fi", including non-cerebral polysaccharides (guarana and xanthan gum), which promote a particular texture of the drink and as stabilizers of oxygen foam.

The formulation of the dishes is presented "Smoothie of sandthorn and pumpkin" [23] for people suffering from lack of vitamins, it is recommended to use for children, pregnant women, and in the autumn-winter period. A recipe for this dish has been developed. The benefits of products were described, which are used in the recipe.

The problem of school nutrition [1] is considered, the development of a formula of milk and blueberry smoothie with using of vitamin premix "GS-2039" by the company "Electronic Medicine". Much attention is paid to the chemical composition of the ingredients of the developed product.

Based on the data, which are given in the work, we can conclude that the use of pupils of any age for breakfast 250g of the blue-protein smoothie, which is enriched with vitamin premix "GS-2039" will satisfy the need for vitamins B1, B6, B12, C, PP on 100%. The use of junior schoolchildren of this product will satisfy the need for Mg and K by 100%, and Ca and P by 50 and 70%, respectively.

In scientific literature [16] functional properties of natural bee honey. Work objective is the consideration of the feasibility of entering into the composition of natural honey kernels of nuts as a source of micro-and macronutrients, which are contributed to the provision of functional properties of honey.

Vegetable milk is received as a prescription ingredient of beverage – smoothie [10].

DRAFT

The main factors in the development of technology and formulation during the experiment on the preparation of the cocktail "Smoothie on the the plant milk-based" were: the factor of selectivity: the absence of proteins of animal origin; economic factor: minimum costs for the cost of the finished product; classification factor: the creation of a homogeneous, dense, knocked-down consistency, characteristic lane; the factor of taste preferences: creation of high taste characteristics and nutritional value; factor of individual benefits: providing the lowest caloric content.

Investigation of the dispersed composition of vegetable and fruit semi-finished products – bases for a beverage smoothie.

Work objective was to study the disperse composition of vegetable and fruit semi-finished products, as the main component of the beverage smoothie.

In work a method for the production of semi-finished products was proposed, which are frozen plasma and fruits and vegetables millcake, for the production of a smoothie that has a dense consistency, a homogeneous structure, a bright color with pronounced taste and flavour.

It is proved that fatty acid composition of ice cream with vegetable fats meets the established norms of physiological needs.

The quality of food affects human health by almost 15% [1], and it is this that causes intensive scientific research on new food products, as well as the development of technologies for the processing of plant and animal raw materials. Improving the nutritional structure of the Ukrainian population implies an increase in the production of food products due to the improvement of existing and the creation of new technologies for functional food products.

Proteins are consumed in elevated quantities during diets – they accelerate the metabolism, protect the body from destruction, provide nutrition to the body, saturate the person for a long time.

In the food industry, collagen and products of its hydrolysis are used in the production of gelatine, for the clarification of wine, for the production of clingfilms, coatings, edible membranes, as a formulation agent – in fillings for canned food and comminuted fish, molded fish products, in the production of artificial caviar, broths, jellies , sauces, various health beverages and cocktails, as well as additives in bakery and confectionery production [5]. Actual is the use of collagen hydrolysis products in the feed industry in the production of starter fodder for the elderly of valuable breeds of fish and hydrobionts (sturgeon, trout, salmon,

sea urchin, etc.), which contributes to an increase in the percentage of their survival.

Collagen is a fibrillar protein of glycoprotein nature, consisting of macromolecules having a unique three-spinal structure, accounting for about 1/3 of all mammalian albumen proteins and 70% of the mass of skin proteins.

The body must constantly go through the process of protein synthesis. Collagen, the structural units of which are amino acids, is formed as a result of the splitting of proteins from food. Formation of proteins stops if there is at least one indispensable amino acid. When forming your diet it is important to consume foods that enhance the production of collagen.

Collagen Hydrolyzate is a natural amino acid cocktail that stimulates the regeneration of collagen fibers in the skin, slows the processes of its aging, gives the skin elasticity and youth. As a protein, collagen is not complete – it does not contain cystine, tryptophan and rapidly degrades glutamine. The benefit of collagen is the presence of two amino acids that are rarely found in other proteins – oxyproline and oxysilin, as well as a source of glycine (up to 30%).

Hydrolysis of proteins, carried out using proteolytic enzymes, deprived of all of these disadvantages of acid and alkaline hydrolysis. In its course there are no pathological changes in the products of hydrolysis, and although this type of hydrolysis does not exceed 70-80%, the results of the splitting of the components of the physiological, are easily penetrated into the cell and are included in the processes of cellular metabolism [9].

Collagen is a family of a number of iso-carotenoids, which include more than 20 types of proteins, differing not only in structure but also in a variety of functional properties. Currently, 12 types of collagen are well studied. They differ in amino acid sequence, structure, distribution in tissues, molecular weight and functions. By their structure, they can be conventionally divided into three groups: collagen with fibrillar structure of types I, II, III, V and XI; non-fibrous, mesh collagen or collagen of basal membranes of type IV, VI and minor collagen, to which the collagen types VII, VIII, X and XII are belonged to. The collagen of fish mainly refers to types I and III, similar to that of human skeletal muscle collagen. The fish and animal collagen consists of subunits (tropolagenes), which are twisted into a spiral with a relative molecular mass of 300 kDa [2, 7, 11].

Due to the absence of tryptophan, collagen is a protein of low biological value. Based on the physiological effect, collagen can be attributed to food fibers.

In this regard, it is urgent to develop scientifically grounded technology of products containing collagen hydrolyzates.

Protein beverages are needed for fast muscle growth. For people who are engaged in sports or any physical activity, they are simply irreplaceable. The preparation of the protein drink does not take much time and can be consumed at any time. Not only athletes can use protein drinks, but practically every person.

Thus, it is promising to develop a formulation of new beverages, which are enriched with collagen hydrolyzate. Such a beverage can be positioned as a prophylactic for elderly nutrition and for a growing body in infant nutrition.

2. Object, subject and methods of research

Object of research is the development of beverages with a balanced protein-antioxidant composition.

Subjects of research:

- develop a recipe for drinks with bio-protective properties and milk-based cocktails and enrich it with folic acid;
- to select natural sources of folic acid and their concentration of application;
- make a cocktail formula that would provide energy value for a separate meal;
- to introduce into the structure, the designed purpose, psyllium, which regulates work in the gastrointestinal tract and accelerates the elimination of toxins;
- to develop the technology of preparing a cocktail with a new recipe;
- organoleptic analysis;
- to conduct physical and chemical research and development of cocktails;
- to conduct microbiological researches in order to find out the SAPin indicators;
- to study the influence of technological parameters on the formation of foam and the hydration properties of collagen hydrolyzate (CH);
- calculate the competitiveness of the developed drinks.

Research methods. Research methods – standard and special biophysical, chemical, physico-chemical, microbiological, technological, organoleptic, merchandising.

3. Methods and methodology

The collagen preparation was obtained from collagen-containing fish raw material (fish scales), by alkaline treatment according to the method described in the patent of Ukraine on the utility model No. 79357 [16].

The fish scales were degreased by a 3-5% solution of NaOH at a GM = 1: (2-5) and at a temperature of 2 ... 6˚C for 24 hours. Then the fish scales after scalding were washed with running water and hydrolysed by two-fold processing.

3.1. Swelling test of psyllium

For swelling test of the solution with psyllium, 100 ml of a well-stirred solution is added (at different temperatures and level of acidity) into the cylinder and place it on a horizontal surface. After that is left for swelling for 10 minutes. The index is taken on the generated gel layer on a linear scale of the cylinder.

3.2. Determination of rheological properties

Bostwick's consistometer is designed to control the flow of viscous products. The device is used to determine the consistency of puree, dense and viscous products, by measuring the rate of fluidity of the material under the influence of its own weight over a certain period of time. In the beginning, the device is set horizontally, using the level using the leveling screws. After filling the reservoir with the test product, the shutter rises, and the product begins to float on a measuring rim under its own weight during 3 minutes. The path that passed the research product over a specified time period is monitored.

3.3. Recipe optimization

Implementation of mathematic simulation of composite structure of beverages was solved by using linear programming using the editor MS Excel 2007 [24].

3.4. Comprehensive assessment of beverages

For more comprehensive assessment of the quality of the developed fresh remixes the multiplicative type additive model of comprehensive assessment was used [25].

3.5. Procedure of sensory analysis

The organoleptic method is based on the use of information obtained as a result of the analysis of sensations perceived by sensory organs – vision, hearing, smell, touch and taste. While human organs perform the role of receivers and converters, certain information.

The investigated product is calculated according to the following criteria: the appearance, color, smell, taste, consistency.

Immunostimulating beverages were developed for qualimetric quality control. A comprehensive quality indicator K_0, which is generally indicated as a function of single product quality indicators:

$$K_0 = f(M_i \cdot K_i) \quad [1]$$

Taking into account the importance of individual indicators of the mathematical model of the comprehensive quality indicator has the following form:

$$K_0 = f(M_i \cdot K_i) \quad [2]$$

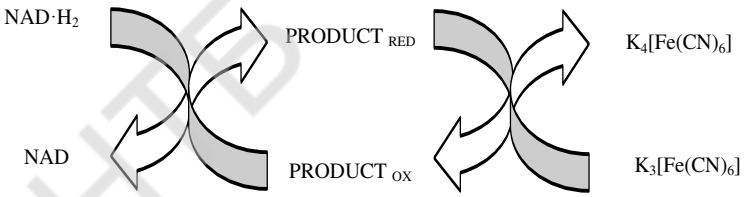
where M_i – significance of indicators; K_i – assessment of these indicators.

3.6. Microbiology study

Microbiological indicators of drinks were determined according to the document State Standards of Ukraine 4069:2016 and are presented in table 2 in appendix A.

3.7. Procedure of bioactivity

Biological activity (BA) fresh-mixes were determined using [26], electron-ransport model-NAD • H2-K3 [Fe (CN) 6] presented in Fig. 2.



This criterion is widely used for the previous integral quality assessment as a finished product and ingredients are included in the recipe developed drinks [27].

Any deviations from physiological control, such as starvation or disease, are accompanied by a decrease in NAD / NAD · H2. At the same time, an increase in the concentration of NAD creates conditions for the activation of energy homeostasis [28]. In a cell, processes whose mechanism involves the oxidation of NAD · H2 to NAD, is dominated by the mechanism, and this mechanism for the transfer of electrons from the

oxidized substrate to oxygen is the main source of energy for growth and development of the cell [28].

Thus, transitions, NAD to NAD · H2 substantial for the redox properties of the cells and regulate intracellular metabolic processes [29].

The ability of various biologically active components of plant material to cause non-enzyme oxidation of NAD · H2 to NAD and simultaneously restore Fe + 3 to Fe + 2 shows that these substances can increase the overall non-specific resistance of the organism [21].

4. Research results

4.1. Swelling test of glutin

Investigation of the hydration of glutin was carried out at physiological values of pH (2.3, 7.0, 10.1) and at different temperatures (Appendix B, Figure 1-3). At pH = 7,0, the highest degree of swelling is observed after 3-3,5 hours, at pH = 2,3 – after 2,5-3 hours of incubation (Appendix B, Fig. 1, 2).

This can be explained by the fact that at the isoelectric point (when the charge of the protein molecule is close to zero), the protein's ability to adsorb water is the least. As can be seen from the data obtained, the smallest degree of swelling is observed at pH = 10,1 (Annex B, Figure 3).

The microphotographs of dry and swollen glutin are shown in Appendix B Fig. 1.

Consequently, it can be argued that CH as a complex protein has an isoelectric point in an alkaline medium.

Decrease of pH results leads to the dissociation of the main (NH-) and acidic groups (COOH-) of the protein, increasing of molecule charge of the protein glutin molecule and increasing its hydration. The hydrated (water) shell provides stability of protein solutions, prevents individual particles from sticking together and to precipitate out – around which powerful hydrated shells are formed that protect the protein molecules from bonding and precipitating.

Determination of the effect of temperature on the degree of swelling at different pH values also showed that the temperature significantly determines the tendency of hydration. At all selected values of pH at 60 °C, a slight swelling of glutin is observed, at pH = 2.3, it is 198%, at pH = 7.0 – 151%, at pH = 10,1 – 110% in 1,5 hours. With a temperature depression, the value of swelling increases significantly, so at 20 °C glutin gradually hydrates and reaches the highest degree of swelling (305%),

which acquires at pH = 2,3 after 3 hours. At pH = 10,1 at a temperature of 60 °C, the destruction of glutin and the formation of gelatin occurs.

The basis for aerating beverages can be dairy sweet whey or juices. Therefore, it is necessary to determine the behavior of glutin in its proper meaning of pH. The next step in the study of protein hydration was the determination of the influence of temperature in the medium-acid medium on the swelling of glutin.

Research have shown that with temperature rise, the degree of hydration of glutin increases, and then decreases (Appendix B, Figure 4). So at a temperature of 60 ° the maximum value of the degree of swelling is reached at 2 hours of incubation at 40 °C and 50 °C for 3 hours of incubation (195% and 204% respectively), and at 20 °C the degree of swelling reaches a maximum of 220% in 3 incubation hours. Further incubation of glutin leads to a decrease of swelling value

To confirm the time of the beginning of the dissolution of glutei, a study was conducted on the accumulation of dry matter in the liquid phase. Initial value of dry substances is taken for 100%. With an increase in incubation time, the content of dry matter is increased by an initial concentration of 4.23% at a temperature of 20 °C, by 5.2% -40 °C, by 6.34% -50 °C and by 7.24% at 60 °C.

4.2. Swelling test of psyllium

The study of swollen psyllium was performed at physiological values of pH (2; 6.5; 9) and at different temperatures (20 °C, 40 °C, 60 °C) (Appendix B Fig. 5).

At pH = 6.5 at all temperatures there is the lowest degree of swelling that is associated with the extraction of fraction B (gel-forming) and mucifying.

At pH =2, swelling attains after 10 minutes of incubation at 714, 967, 1,167% at 20 °C, 40 °C and 60 °C respectively. For all analyzed temperatures there is the highest degree of swelling at pH = 9, and the most extracted fraction is A, due to it binding of water molecules occurs and the volume of psyllium increases.

Determination of the effect of temperature on the degree of swelling at different pH values showed that the temperature significantly determines the tendency of hydration.

At 20 °C, the degree of swelling of the psyllium after 5 minutes of incubation is 343%, 114%, 429% at pH 2, 6.5 and 9, respectively. At 40 °C, the degree of swelling of the psyllium after 5 minutes of incubation is 467%, 167%, 600% at pH 2, 6.5 and 9, respectively.

At a temperature of 60 °C, the degree of swelling of the psyllium after 5 minutes of incubation is 567%, 200%, 700% at pH 2, 6,5 and 9, respectively. After 10 minutes of incubation at different temperatures, the degree of swelling increases by almost 1,9-2,1 times.

Microphotographs of dry and swolling psyllium are shown in Appendix Fig. 7

It was established that the average size of dry particles of psyllium is 1.79 mm, and swollen (5 minutes, 20 °C) – 2.28 mm. That is, the lobes are increased at an average 1,3 times. As is seen from Fig. 7 dry particles have clear contours, and when swelling (Fig. 7 b) contours are softened by swelling of the structure of psyllium.

4.3. Recipe optimization

We developed drinks with high levels of protein with antioxidants. Two drinks were also developed – spinach and banana for pregnant women, the optimal criterion for which was the maximum content of folic acid. So, we can recommend these drinks for pregnant and young mothers.

Essential criteria for choosing raw materials for beverages were high nutritional value and the possibility of combining components to produce a product with high levels of nutrition value and antioxidative activity with high organoleptic characteristics. The ingredients of beverahes are shown in Appendix C Tables 1, 2.

4.4. Sensory analysis

Summative assessment of "Immuno plus" and "Zdorov'yachko" beverages is 34.2 points, while the "Kovotok health" beverage is 34 points.

overall organoleptic assessment of "Shpinatnyy" drink was 32.5 points, while "Bananovyy" drink was 34 points.

Sensory analysis data show a rather pleasant figure of the drinks, taste and color, that is, high organoleptic properties (Appendix C Fig. 1, 2).

According to modern nutrition principles, products must contain a wide range of ingredients that are necessary for the human body, they have to be balanced by nutritional and biological value.

4.5. Bioactivity

There are data of biological activity of drink ingredients "Immuno Plus", "Kovtok zdorov'ya", "Zdorov'yachko", "Shpinatnyy", "Bananovyy" (Appendix C Fig. 3-7).

The beverage "Shpinatnyy"has the highest biological activity of 7500 c.u., and "Kovtok zdorov'ya" has the smallest – 150 c.u. this is evidenced that when the psyllium (2750 c.u.) is introduced into the recipe of beverage, as well as such ingredients as walnuts (3,500 c.u .) and

spinach (1000 c.u.), which have relatively high biological activity indicators among beverage components, the index of biological activity is increased by 50 times.

4.6. Analysis of beverages

Analysis of beverages is carried out with a view to 100 gr of all components, according to the book I.M. Skurikhin "Chemical composition of Russian food products", and record the result according to its ratio (Appendix C Fig. 8-11).

Inasmuch as beverages contain high protein content, the study of the amino acid composition is shown in Appendix C Fig. 12, 13.

Research of the vitamin content showed high levels of vitamins-antioxidants, Fig. 8,9. Due to the use of plant raw material products, ready-made beverages contain food fibers such as 0.9; 0.5; 0.98; 1.06; 1.09 gr / 100 ml respectively for "Immuno Plus", "Kovtok zdorov'ya", "Zdorov'yachko", "Bananovyy", "Shpinatnyy". The content of fats and carbohydrates in the drinks "Immuno Plus", "Kovtok zdorov'ya", "Zdorov'yachko", "Bananovyy", "Shpinatnyy" there are 0,2 and 21,8 g / 100 ml, 0,16 and 15,4 g / 100 ml, 7.03 and 17.4 g / 100 ml, 4.5 and 9.9 g / 100 ml, 4.7 and 7.3 g / 100 ml, respectively. The content antioxidant of vitamin C in the Drink "Kovtok zdorov'ya", "Zdorov'yachko", "Shpinatnyy" covers an average of 10% of the daily intake of 100 ml. And in the drink "Immuno Plus", the largest amount of vitamin C is 48.5 mg / day, and "Bananovyy" has the smallest – 2.6 mg / day.

The energy value of beverages for "Immuno Plus", "Kovtok zdorov'ya", "Zdorov'yachko", "Bananovyy", "Shpinatnyy" was 117.05; 104.6; 149.8; 104.01; 102.3 kcal.

4.7. Microbiology testing: QMAFAnM, BCG, presence on mold and yeast

One of the main indicators of the quality of beverages, which determines their harmlessness to the body, is the level of microbiota content. The study of microbiological indicators of beverages is given in Appendix C Tables 3-7.

Microbiological studies were conducted during storage to determine the shelf life and safety of the developed beverages. Microbiological studies were carried out in accordance with normative regulatory documents.

The results of microbiological studies show that the indicators do not exceed the permissible sanitary and hygienic conditions and correspond to the requirements of the current DSP 4.4.5.078-2001, which indicates the

high quality of the developed drinks and the possibility of their implementation in the dining outlets.

In the process of storing beverages, there is a variety of physico-chemical changes that may affect the quality of finished products

To substantiate the terms and conditions of storage, the drinks were stored in accordance with the requirements for sour-milk beverages at a temperature (4±2) °C, humidity not more than 75%. The samples were stored in hermetic glass jars.

4.8. ALST analysis – shelf-life

Microbiological studies were conducted during storage to determine the shelf life and safety of the developed beverages. According to microbiological indicators, the developed beverages comply with the requirements of the current sanitary legislation of Ukraine and the microbiota of beverages practically does not change within 4 days. Bacteria of the E. coli (coliform), pathogenic microorganisms, such as. bacteria from the Salmonella genus, S. Aureus, were not found in any sample during storage. The change of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms (MAFAMs) during storage is presented in Appendix C Table. 8.

To forecast the actual period of storage of beverages, the dependence of the process of changing commodity indicators and indicators of safety of dessert on the time was used and temperature of storage was used. The main indicators of quality were: organoleptic and microbiological indicators.

The beverages were divided into 50 ml volumes, which during storage were subjected to changes in temperature from 5 °C to 15 °C, in increments of 5 °C, and a shelf life of 12 to 72 hours. Step in 12 hours. The manufacture and storage of dessert was carried out in identical conditions, changing the storage parameters in accordance with the established plan, in conditions similar to modern dining outlets. According to the results of the obtained data it was established that the optimum storage life of the developed sour milk dessert in the hermetically sealed glass container is:

- at a temperature of storage at 5 °C for 60...72 hours;
- at a temperature of storage at 10 °C for 36 ... 48 hours;
- at a temperature of storage at 15 °C to 24 hours.

4.9. Technological schemes of beverage production

For organoleptic analysis, we prepared "Immuno Plus", "Kovtok zdorov'ya", "Zdorov'yachko", "Bananovyy", "Shpinatnyy". Technological

schemes for the preparation of beverages are presented in Appendix D Fig. 1-5.

Conclusions

Beverages of functional purpose with optimum caloric content, high biological and antioxidant action were developed. The problem of healthy eating, and especially nutrition for expectant mothers, is relevant for our country.

On the basis of theoretical calorimetry methods a comprehensive assessment of the quality of new types of beverages was carried out. It is shown that improving the consistency, homogeneity and stability of beverages is due to the presence of glutin, which acts as a hydrocolloid, and it is in these indices that consumers determine the quality of beverages. Data were presented on the vitamin and mineral content of beverages-bioprotective, as well as essential amino acids presented in them. It has been established that the developed bioremediation bavarages will be competitive on the consumer market of Ukraine, due to improvement of organoleptic parameters, increase in the composition of food fibers, vitamins and minerals, and also the presence of preventive properties. The chemical composition of glutin and psyllium, the determination of optimal technological parameters , hydrolysis, foaming and swelling are studied.

The recipes of beverages "Immuno Plus", "Kovtok zdorov'ya", "Zdorov'yachko", "Bananovyy", "Shpinatnyy" are developed.

References

1. Алексіїв Г.В. Дослідження та інтенсифікація процесу динамічного подрібнення плодів для виробництва напоїв з м'якоттю. – Санкт-Петербург: РСХА. 2006. – 25 с.

2. Бажина Т.П. Особливості білкового комплексу насіння кунжуту. – Кубань: КГТУ. 2008. – 29 с.

3. Гмошинська М.В. Харчування вагітних і годуючих жінок з використання спеціалізованих продуктів. – Москва: відділ дитячого харчування НИИ РАМН. 2011. – 23 с.

4. Дайронос Ж.В. Морфолого-анатомічне вивчення плодів горіха грецького та горіха чорного. – Росія: Всеросійський науково-дослідний інститут овощеводства. 2015. – 28 с.

5. Дьяков А.Г., Торяник А.И. Дослідження вмісту вологи шротів і клітковини вівса і проектування на їх основі технології смузі геродіетіческого. – Харків: Інститут харчових технологій. 2009. – 181 с.

6. Іванова М.І, Кашлева А.І., Разін А.Ф. Проростки – функціональна органічна продукція. – Росія: Всеросійський науково-дослідний інститут овощеводства. 2012. – 25 с.

7. Калугіна І.М., Ненова А.В. Розробка технології йодовмісних смузі на основі фейхоа. – Одеса: ОНАХТ. 2014. – 128-133 с.

8. Квасенков Є.І., Мякіннікова О.І. Розробка рецептур морозива і смузі з тропічними плодами. – Кубань: КГТУ. 2014. – 32 с.

9. Ковтун Н.К. Роль зелених культур профілактика захворювання. – Санкт-Петербург: РСХА. 2006. – 25 с.

10. Кожевникова А.Ю., Петрова Ю.В. Отримання рослинного молока рецептурного інгредієнта напою. – Кемеровск: КТІПП. 2015. – 25-46 с.

11. Кореницина К.Д., Комкова О.Г. Розробка безалкогольних напоїв з натуральних компонентів. – Донск: ДГАУ. 2014. – С. 244-247.

12. Ловкис З.К. / Інноваційні підходи в переробці плодів та ягід. – Белорусь: НПЦ НАН. 2011. – 25 с.

13. Минаєв Л.В., Минаев Т.В., Кравцова Е.В., Алексеїв В.І. / Експериментальне визначення оптимальною форми лезового інструменту для подрібнення фруктів та овочів. Санкт-Петербург: Университет ИТМО. 2008. – 88 с.

14. Міхеєва Г.А., Шатнюк Л.Н., Спірічев В.Б., Спірічева Т.В., Ладодо О.Б. /Нові види продуктів для вагітних і годуючих жінок – Пермь: «Здоровье семьи». 2010. – 10 с.

15. Неповинних Н.В. / Розробка технологічних рішень при виробництві напоїв профілактичних дій. – Саратов: Саратовский ГАУ. 2014. – 29 с.

16. Одинцова К.А., Дубровська Н.О. /Підтвердження функціональних властивостей натурального меду з горіхами – Санкт-Петербург: СППУ Петра Великого. 2017. – 456-464с.

17. Погожих М.І. / Дослідження дисперсного складу овочевого та фруктового напівфабрикату як основної складової частини для напоїв смузі – Харків: Харківський державний університет харчування і торгівлі. 2010. – 5-15 с.

18. Скрипін П.В., Крючкова В.В., Лодяного В.В. / Якісні показники сирної маси, збагаченої волоським горіхом, ягодами шовковиці і шротом розторопші. – Донск: ДГАУ.2009. – 29 с.

19. Солодніков С.Ю., Люшіна Г.А.,. Колесова О.В, Маслова В.В., Андреева Ю.В., Кузнецов А.А. / Оцінка біологічних властивостей

сока з паростків пшениці. Розробка технології його отримання. – Пермь: ПНІПУ. 2015. – 29 с.

20. Спірічев В.Б, Пересічний М.І Розробка технології смузі на основі топінамбура з використанням добавок з волоського горіха

21. Тюрікова І.С., Пересічний М.І. / Розробленння технології плодоовочевих смузі з використанням біологічно цінного волоського горіха. – Полтава: Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. 2015. – 73с.

22. Федосова А.Н., Каледіна М.В. / Розробка функціонального продукту з медом на основі концентрату натурального казеїну. – Ставрополь: Сучасні проблеми науки та освіти. 2014. – 145 с.

23. Фіщенко А.В./Розробка рецептури блюда смузі з облепихою та гарбузом. – Донск: ДГАУ. 2017 – 74-55 с.

24. Telezhenko, L.M., Dzyuba, N.A., Kashkano, M.A., Valevskaya L.O. (2016) Osnovy naukovykh doslidzhen: navch. posib.: [dlia vyshch. Navch. zal.]. Kherson: Hrin D.S., 192.

25. Telezhenko, L.N., Kashkano, M.A. (2014) Kompleksnaya otsenka kachestva polykomponentnikh krupianikh zapekanok. Yzvestyia visshykh uchebnikh zavedenyi. Pyshchevaia tekhnolohyia. – Krasnodar, 1 (337), 101-104.

26. Khomych, H.P., Vikul, S.I., Kapreliants, L.V., Osypova, L.A., Lozovska, T.S. (2015) Patent na vynakhid 107506 S2 MPK G 01N 33/00 (2015.01). Sposib vyznachennia biolohichnoi aktyvnosti obiektiv pryrodnoho pokhodzhennia. – Vlasnyk Odeska natsionalna akademiia kharchovykh tekhnolohii, U 201302626, zaiavl. 04.03.2013; opubl. 12.01.2015, Biul. 1.

27. Vykul, S.I. (2012) Byolohycheskaya aktyvnost rastytelnoho siriaynhredyenta pyshchevikh produktov. Kharchova nauka i tekhnolohiia, 4(21), 40-44.

28. Panyn, L.E. (1983) Byokhymycheskye mekhanyzmы stressa. Novosybtrsk: Nauka, 216.

29. Khalmuratov, A.H., Totskyi, V.N., Chahovets, R.V. (1982) Membrannii transport kofermentnikh vytamynov. Kyev: nauk. Dumka, 280.

30. Dzyuba N.A. ASLT-Test –Methods for determining shelf-life of high-protein desserts / N.A. Dzyuba, M.I. Oliiynik, A.R. Bezzodina // Science and society / Proceedings of the 1st Internetional conference / Accent Graphics Communications and Publishing / Hamilton, Canada. – 2017. – P. 15-20.

31. Інтернет-джерела:

https://kosya.wordpress.com/2009/03/04/полезные-напитки-при-беременности/

http://www.mirwomne.ru/beremennost/articles/pitye-wo-wremya-beremennosti/

http://www.mirwomne.ru/beremennost/articles/pitanie-beremennoi/gagda/

http://www.pinetka.com/beremennost/shkola-buduschih-mam/samyie-poleznyie-napitki-pri-beremennosti-reyting.html

http://ilive.com.ua/family/gazirovannaya-voda-pri-beremennosti_113445i15855.html

http://odnatakaya.ru/beremennost/koka-kola-pri-beremennosti.html

http://proevents.com.ua/mozhno-li-kvas-beremennym-polza-ili-vred/

http://mama66.ru/pregn/778

http://detochgur.ru/beremennost-i-rody/19-moloko-pri-beremennosti.htm

http://poxudeem.ru/produkti/molochnie_produkti/3594-tan-kislomolochnyy-napitok.html

http://mamochkaiya.ru/pitanie/polza-kefira-dlya-beremennoj-zhenshhiny.html

http://www.ivan-teas.ru/svojstva-protivopokazaniya/beremennost/

http://wmn.pp.ua/11-1-0-9207.html

http://www.zid.com.ua/ukr_creativework/chaj-rojbush-i-vidvar-vivsa-napoji-dlya-vahitnyh

https://nebolet.com.ua/pravilnoe-pitanie/chaj-s-limonom-dlja-beremennyh-mozhno-dazhe-nuzhno.html

http://vidpoviday.com/kakao-pri-vagitnosti-chi-mozhna-piti-neskvik-i-napij-z-molokom

http://ya-matusya.com.ua/tsikoriy-naykrashhiy-napiy-dlya-bagatoh-vagitnih/

http://detochgur.ru/beremennost-i-rody/3908-berezovyj-sok-pri-beremennosti.html

http://ilive.com.ua/family/soki-pri-beremennosti_111871i16441.html

http://www.mamamoldova.com/sokoterapiya-vo-vremya-beremennosti/

http://vseznai.in.ua/svizhovizhati-soki-korist-chi-shkoda/

http://moiaberem.ru/kislorodnye-koktejli-dlya-beremennyh

http://detochgur.ru/beremennost-i-rody/4287-kisel-pri-beremennosti-skolko-i-kakoj.html

НТБ ОНАХТ

http://www.beregite-zdorovje.ru/page/napitki-dlja-beremennyh-i-kormjashhih-mam

http://organic.ua/uk/2010/07/2200-likuvalni-travy-i-vagitnist

http://tvoymalysh.com.ua/uk/pregnancy/health/7172-toksikoz-pid-chas-vagitnosti-7-naykrashtih-napoiv-shto-polegshuyut-nepriyemniy-stan.html

http://lady.tochka.net/ua/10499-krasnoe-vino-vo-vremya-beremennosti-za-i-protiv

НТБ ОНАХТ

APPENDIX A

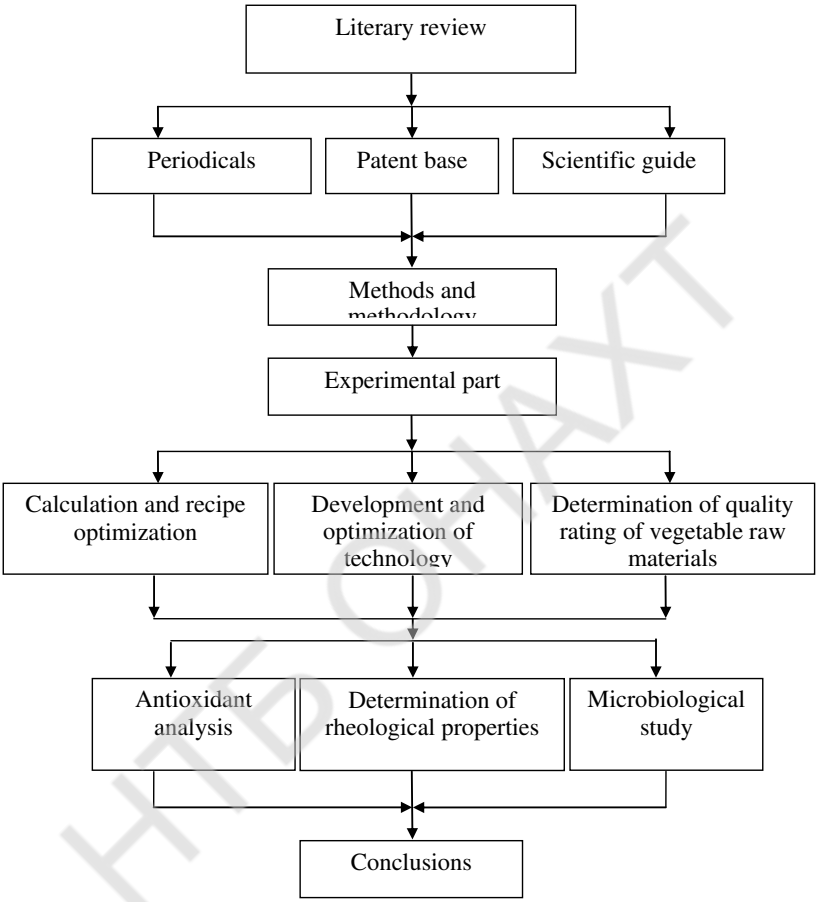


Fig 1. Exploration program

HTD ONAXT

Table 1 – Scale for assessing sensory performance of developed beverages

Indicators name	K_{weight}	Level of quality,points			Description of quality level		
		4	3	2	Well (4)	Satisfactory (3)	Satisfactory (2)
1	2	3	4	5	6	7	8
Organoleptic							
Outward	4	16	12	8	Homo-geneous, uniform, free of foreign matter	Homogene-ous free of foreign matter	Presence of foreign matter, supplements are out of sight
1	2	3	4	5	6	7	8
Color	3	12	9	6	Uniform throughout the surface	Uniform	Not expressed
Taste	4	16	12	8	Intensely expressed	Weakly expressed	Not expressed
Flavour	3	12	9	6	Intensely expressed	Weakly expressed	Not expressed
Consis-tency	3	12	9	6	Homo-geneous surface, filled regularly with bubbles	Homogene-ous surface, filled regu-larly with bubbles	Nonhomo-genous
Uniformity	3	12	9	6	Homo-geneous	Weakly homogeneous	Nonhomo-genous
Firmness	3	12	9	6	Persistent	Weakly persistent	Nonper-sistent
Physical and chemical features							
Mass content of carbohy-drates, %	10	40	30	20	at least 2.5	1. 2	less than 1
Mass content of solids, gr/100 gr of product	5	20	15	10	not less than 5	2…5	less than 2
Active acidity	10	40	30	20	not less than 4.5	3... 4.5	less than 3

HTB CHAIR

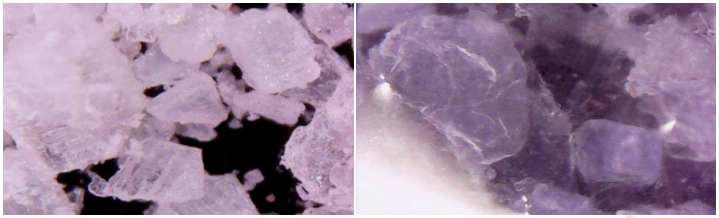
Indicators of nutrition value							
Mass content of dietary fibers, g	9	36	27	18	not less than 0.46	0.35 ... 0.45	less than 0.3
Caloric content, kcal	10	40	30	20	not more than 80	60… 75	less than 70
Preventive internals	8	32	24	16	Multidi-rectional	3-4 directional	1-2 directional
Indicators of innovation activity							
The novelty of recipe	10	40	30	20	Patented	Patent-free	Absent
Indicators of marketing research							
Adverti-sing	7	28	21	14	Television, newspaper, magazines, outdoor advertising	Newspapers, magazines, outdoor advertising	Absent
1	2	3	4	5	6	7	8
Market and demand analysis	8	32	24	16	Lack of compe-tition, high demand	Low competition, high demand	Strong competition, slack deman d
Composite indicator of marketability	100	400	300	200			

Table 2 – Microbial attributes of beverages on juice-based

Indices	Norm (DSTU 4069:2016)	Method of detection
Bacteria of coliform group, cm^3 , in which they are not allowed	333	DSTU GOST 30712
Number of mesophilic anaerobic and facultative-anaerobic microorganisms, CFU/cm^3, not more	0	GOST 1044.15
Pathogens, including *Salmonella* genus, cm^3, in which they are not allowed	25	DSTU IDF 93A
Number of mold fungi and yeast , CFU / cm^3	100	GOST 10444.12
Number of lactic acid bacteria, CFU / cm^3	0	GOST 10444.11

НТБОНАХТ

APPENDIX B



a. *b.*

Fig. 1. Microphotography of dry and swollen glutin (a – dry glutin, b – swollen glutin)

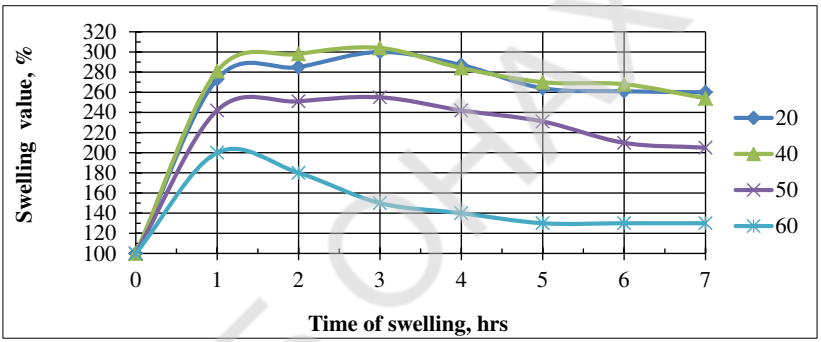


Fig. 2. Dynamics of hydration of HC at pH = 2,3

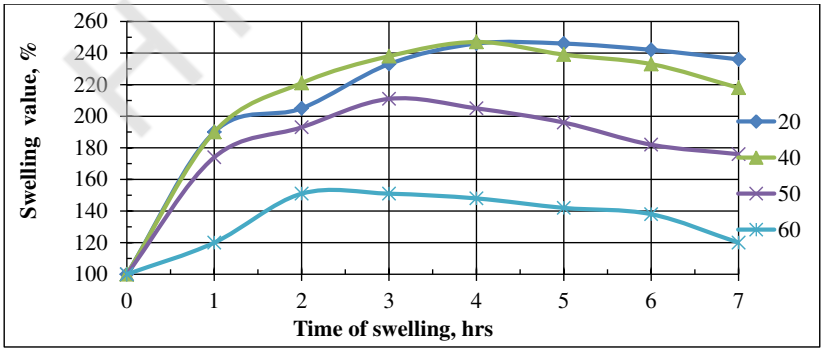


Fig. 3. Dynamics of hydration of HC at pH = 7,0

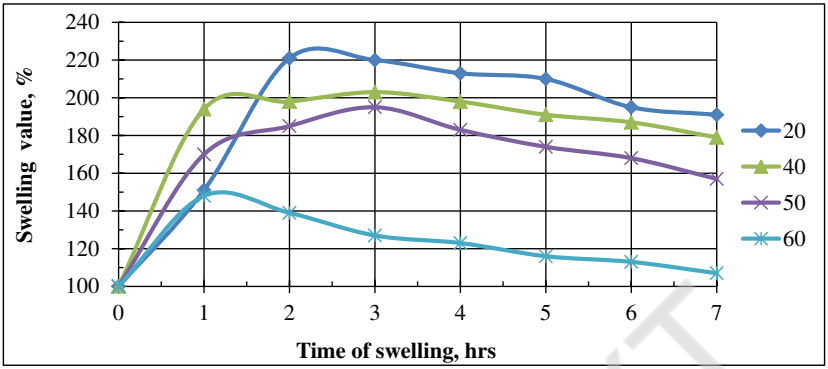


Fig. 4. Dynamics of hydration of CH at pH

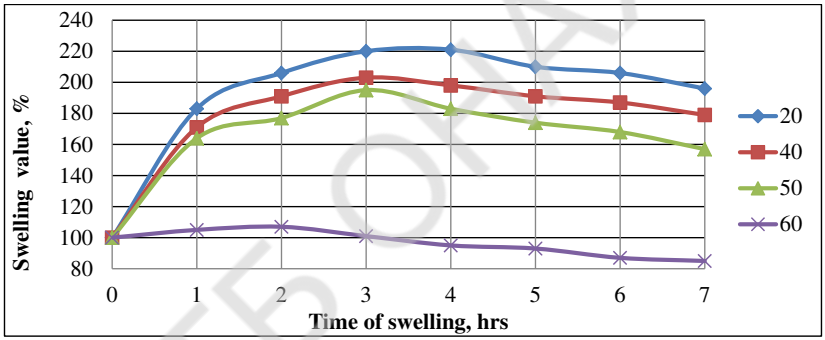
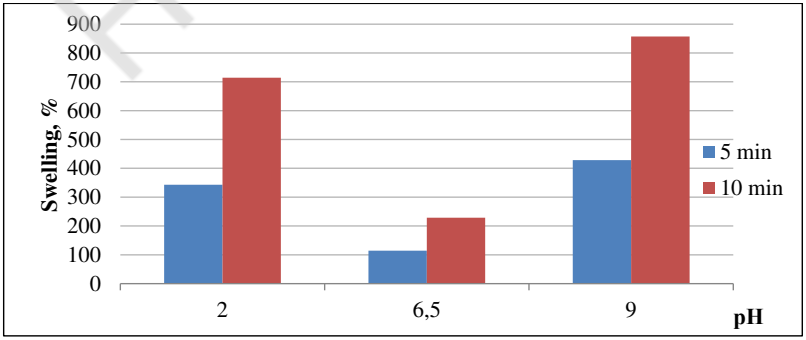
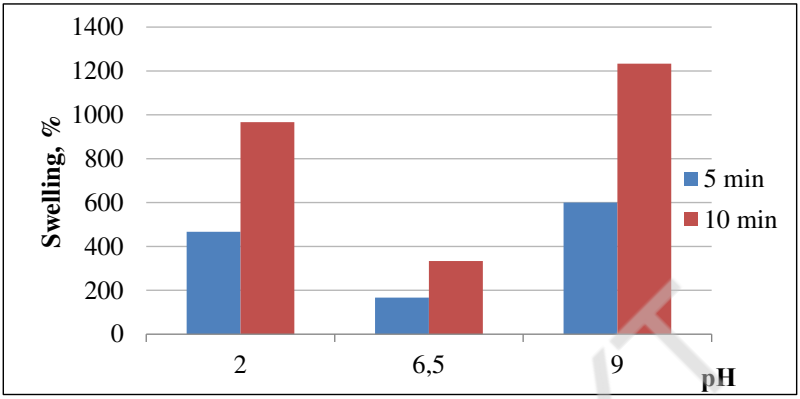


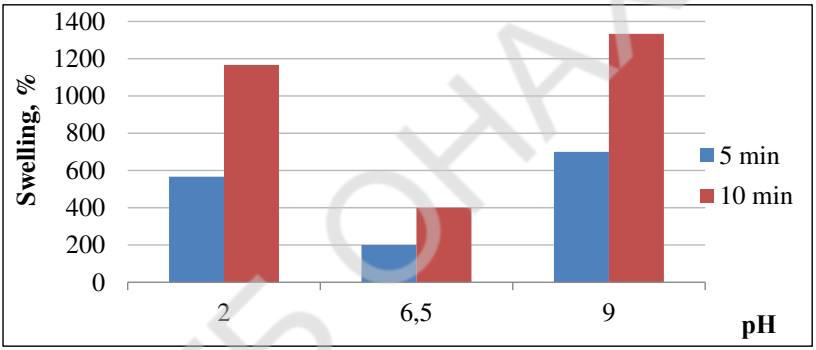
Fig. 5. Dynamics of hydration of glutin in serum (pH = 5.2)



a.

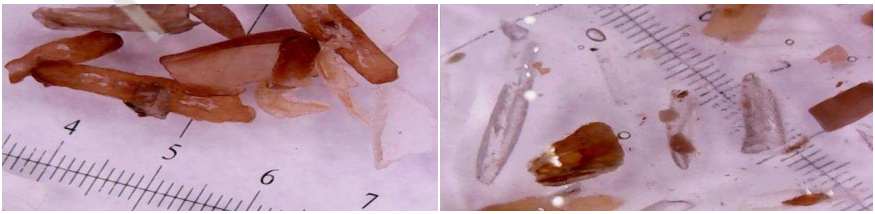


b.



c.

Fig. 6. The dynamic pattern of swolling of the psyllium, depending on the temperature and pH (*a. t = 20 ° C, b. T = 40 ° C, c. t = 60 ° C*)



a. ***b.***

Fig. 7. Microphotographs of psyllium (*a. dry* psyllium, *b.* swolling psyllium)

НТБ ОНАХТ

APPENDIX C

Table 1 – Recipe for drinks

Initial product	Proportion of ingredients, g		
	"Kovtok zdorov'ya"	"Immuno Plus"	"Zdoro-v'yachko"
Cabbage juice			20
Carrot juice			18
Beet juice			40
White honey	5	18	10
Collagen Hydrolyzate		10	5
Glutin	15		
Sunflower oil			7
Apple juice		15	
Orange juice	60		
Flesh of briar		7	
Banana	20	10	
Output of the finished drink	100	100	100
Milk serum		40	

Table 2 – Recipe of beverages for pregnant

Initial product	Proportion of ingredients, g	
	"Shpinatnyy"	"Bananovyy"
Acid curd cheese	20	20
Gingelli	4	3
White honey	7	7
Cow's semi-skimmed milk	121	125
Walnuts	12	10
Spinach	30	
Banana		29
Psyllium	1	1
Collagen Hydrolyzate	5	5
Output of the finished drink	200	200

НТБОНАХТ

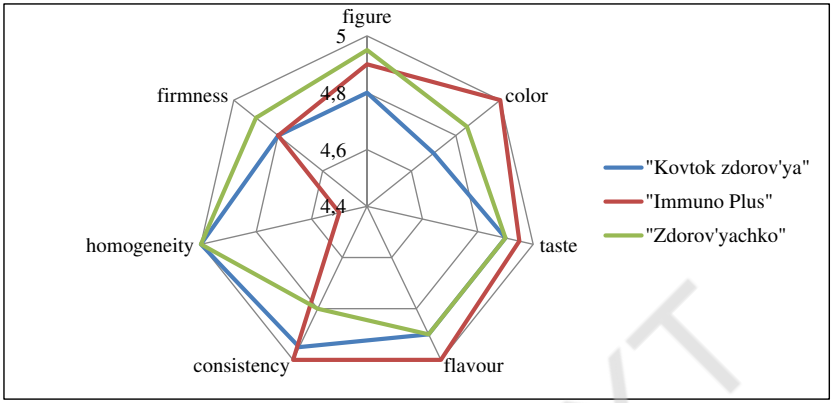


Fig. 1. Organoleptic profiles of high-protein beverages

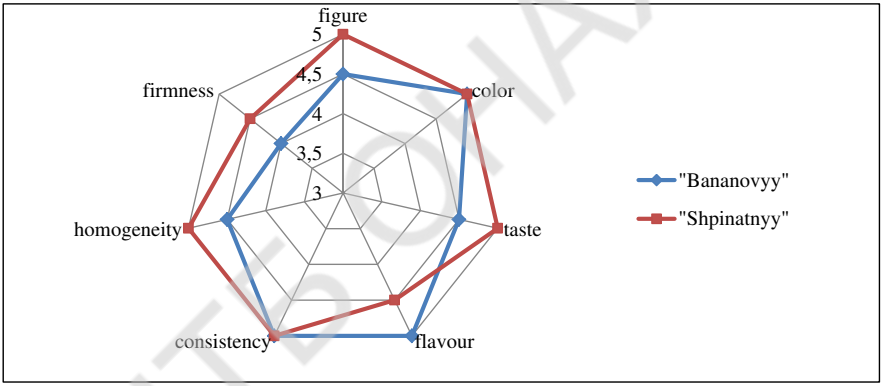


Fig. 2. Organoleptic profiles of beverages for pregnant women

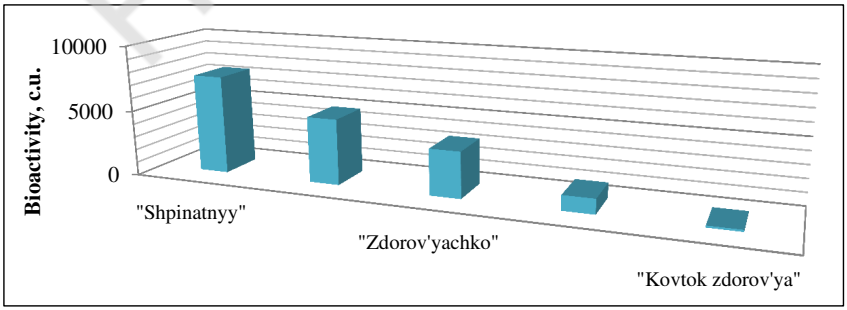


Fig. 3. Bioactivity of beverages

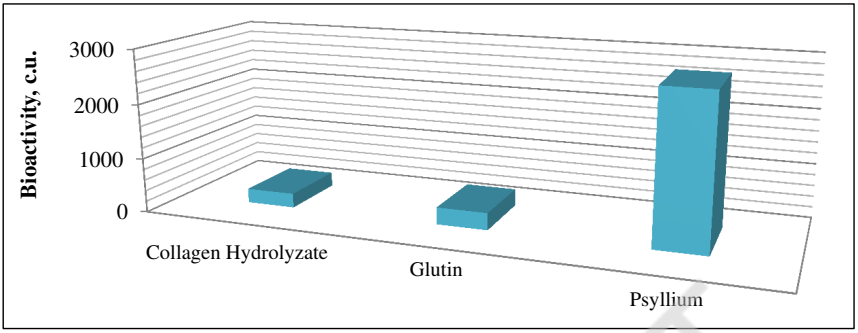


Fig. 4. Bioactivity of ingredients of non-traditional initial product

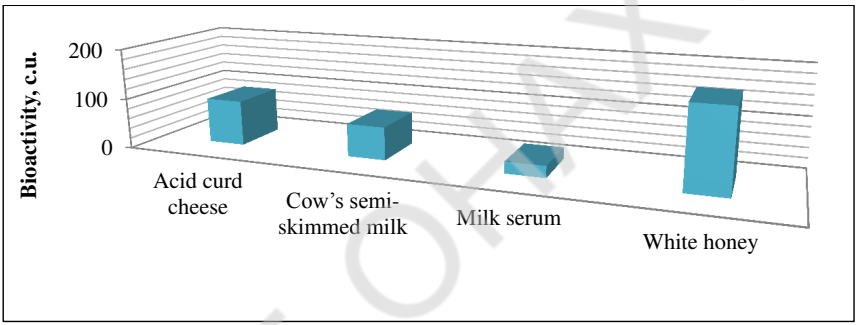


Fig. 5. Bioactivity of ingredients

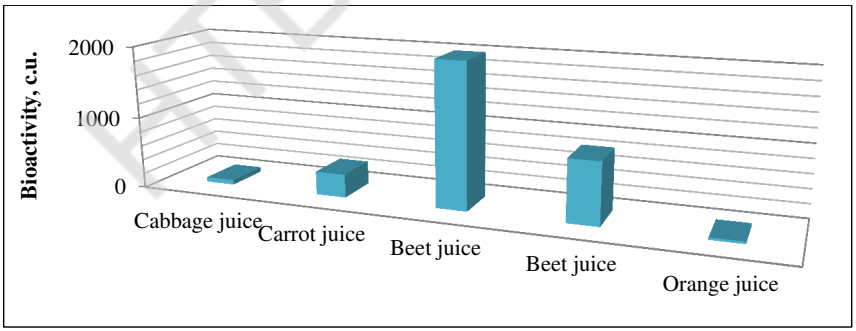


Fig. 6. Bioactivity of juices

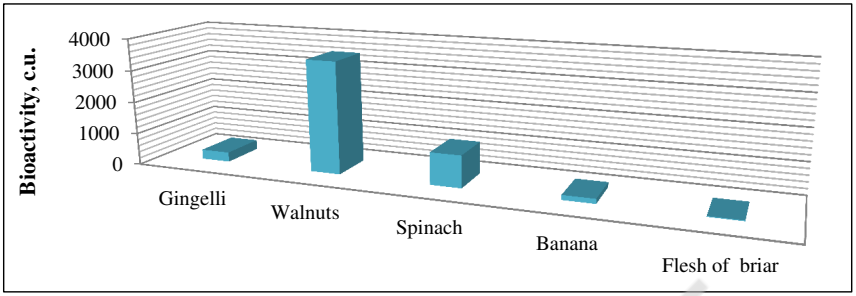


Fig. 7. Bioactivity of plant ingredients

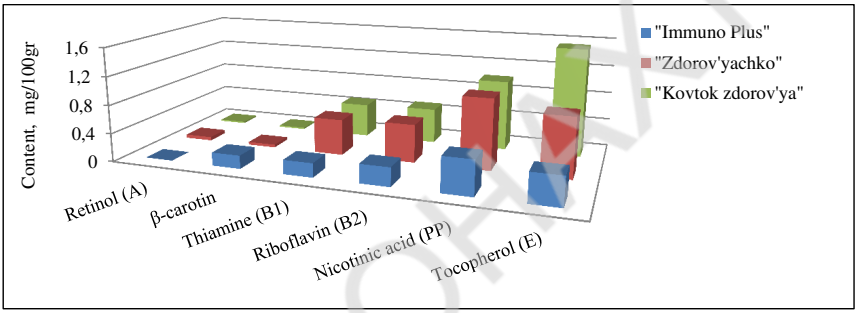


Fig. 8. Profile of the vitamin composition of the developed beverages (mg / 100g)

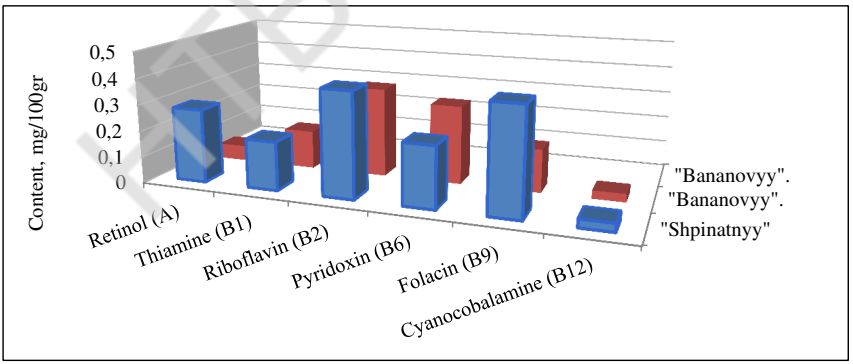


Fig. 9. Profile of the vitamin composition of developed drinks for pregnant women (mg / 100g)

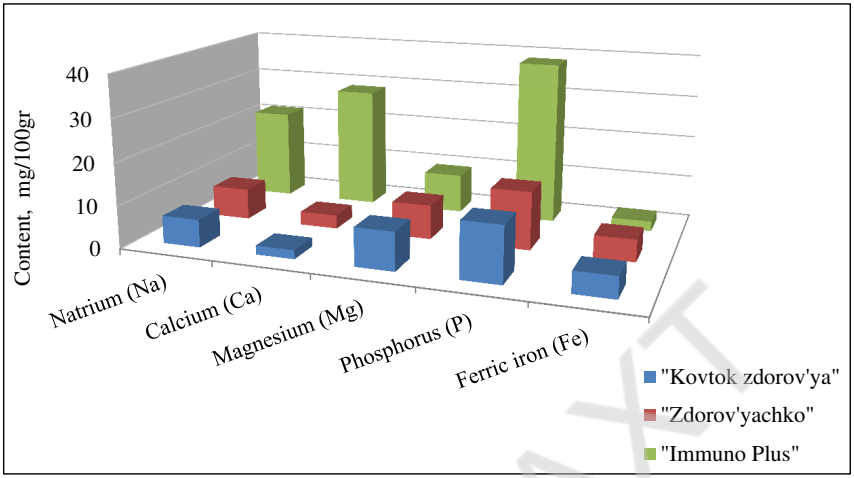


Fig. 10. Profile of the mineral composition of the developed beverages (mg / 100g)

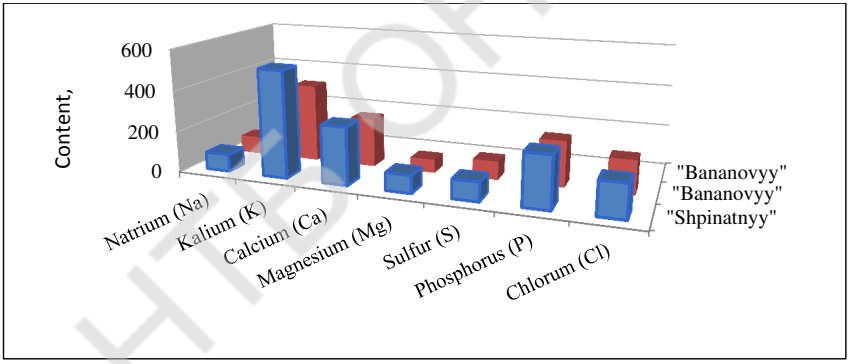


Fig. 11. Profile of the mineral composition of developed beverages for pregnant women (mg / 100g)

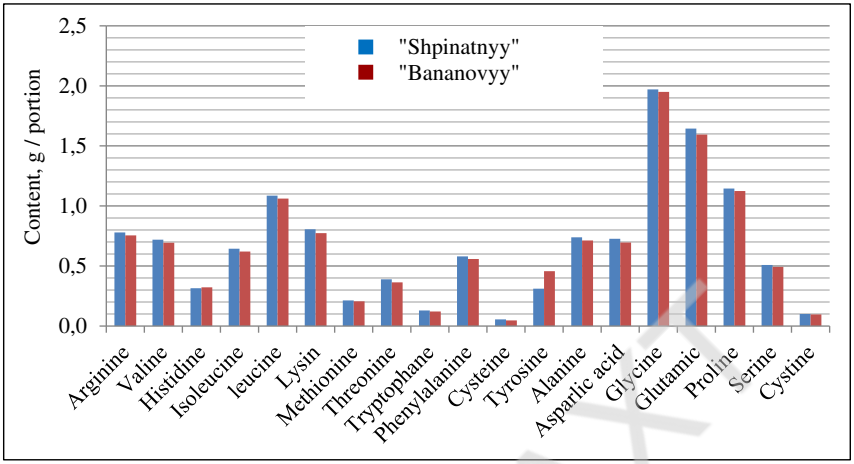


Fig. 12. Amino acid composition of protein drinks for pregnant women

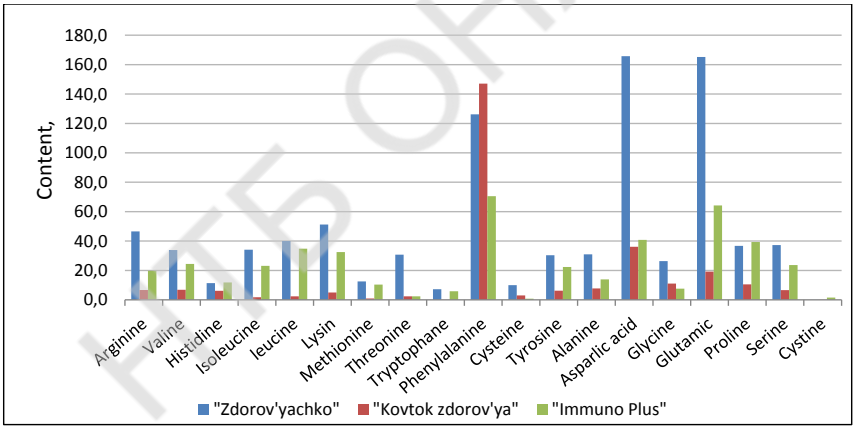


Fig. 13. Amino acid composition of proteins of beverage

Table 3 – Characteristics of the microbiological parameters of the drink "Shpinatnyy"

Indicator names	Value according to normative documentation	Actual value of the indicator
Bacteria of coliform group in 1 gr	Not allowed	Not detected
Pathogens, including *Salmonella* genus, in 100 g	Not allowed	Not detected
Number of mesophilic anaerobic and facultative-anaerobic microorganisms, CFU/cm^3, not exceeding	$3{,}0 \cdot 10^3$	$1{,}1 \cdot 10^3$
Number of mold fungi and yeast in 1 g, CFU/cm^3, not exceeding	50	4

Table 4 – Characteristics of microbiological indicators of the drink "Bananovyy"

Indicator names	Value according to normative documentation	Actual value of the indicator
Bacteria of coliform group in 1 g	Not allowed	Not detected
Pathogens, including *Salmonella* genus, in 100 g	Not allowed	Not detected
Number of mesophilic anaerobic and facultative-anaerobic microorganisms, CFU/cm^3, not exceeding	$3{,}0 \cdot 10^3$	$1{,}3 \cdot 10^3$
Number of mold fungi and yeast in 1 gr, CFU/cm^3, not exceeding	50	Not detected

НТБ ОНАХТ

Table 5 – Characteristics of the microbiological indicators of the drink "Immuno Plus"

Indicator names	Value according to normative documentation	Actual value of the indicator
Bacteria of coliform group in 1 gr	Not allowed	Not detected
Pathogens, including *Salmonella* genus, in 100 gr	Not allowed	Not detected
Number of mesophilic anaerobic and facultative-anaerobic microorganisms, CFU/cm^3, not exceeding	Not allowed	Not detected
Number of mold fungi and yeast in 1 gr, CFU/cm^3, not exceeding	$3{,}0 \cdot 10^3$	$0{,}8 \cdot 10^3$

Table 6 – Characteristics of the microbiological indicators of the drink "Kovtok zdorov'ya"

Indicator names	Value according to normative documentation	Actual value of the indicator
Bacteria of coliform group in 1 gr	Not allowed	Not detected
Pathogens, including *Salmonella* genus, in 100 gr	Not allowed	Not detected
Number of mesophilic anaerobic and facultative-anaerobic microorganisms, CFU/cm^3, not exceeding	Not allowed	Not detected
Number of mold fungi and yeast in 1 gr, CFU/cm^3, not exceeding	$3{,}0 \cdot 10^3$	$1{,}2 \cdot 10^3$

НТБ ОНАХТ

Table 7 – Characteristics of the microbiological indicators of the drink "Zdorov'yachko"

Indicator names	Value according to normative documentation	Actual value of the indicator
Bacteria of coliform group in 1 gr	Not allowed	Not detected
Pathogens, including *Salmonel-la* genus, in 100 gr	Not allowed	Not detected
Number of mesophilic anaero-bic and facultative-anaerobic microorganisms, CFU/cm^3, not exceeding	Not allowed	Not detected
Number of mold fungi and yeast in 1 gr, CFU/cm^3, not exceeding	$3{,}0 \cdot 10^3$	$1{,}3 \cdot 10^3$

Table 8 – Content of QMAFAnM, CFU in 1gr

Beverages	Days				
	0	1	2	3	4
"Immuno Plus"	Not detected	$3x10^1$	$10x10^2$	$13x10^2$	$23x10^3$
"Kovtok zdo-rov'ya"	Not detected	$2x10^1$	$9x10^2$	$11x10^2$	$22x10^3$
"Zdorov'yachko"	Not detected	$1{,}5x10^1$	$6x10^2$	$9x10^2$	$19{,}3x10^3$
"Shpinatnyy"	Not detected	$3x10^1$	$10x10^2$	$13x10^2$	$23x10^3$
"Bananovyy"	Not detected	$3x10^1$	$10x10^2$	$13x10^2$	$23x10^3$

НТБ ОНАХТ

APPENDIX D

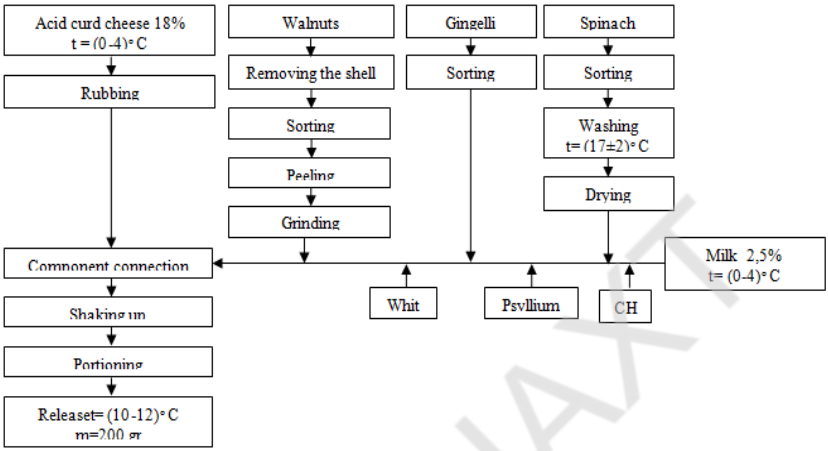


Fig. 1. Technological scheme of beverage preparation "Shpinatnyy"

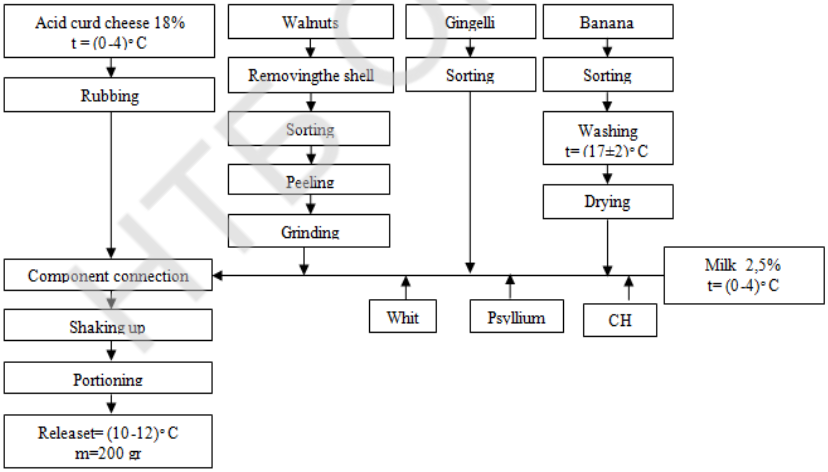


Fig. 2. Technological scheme of beverage preparation "Bananovyy"

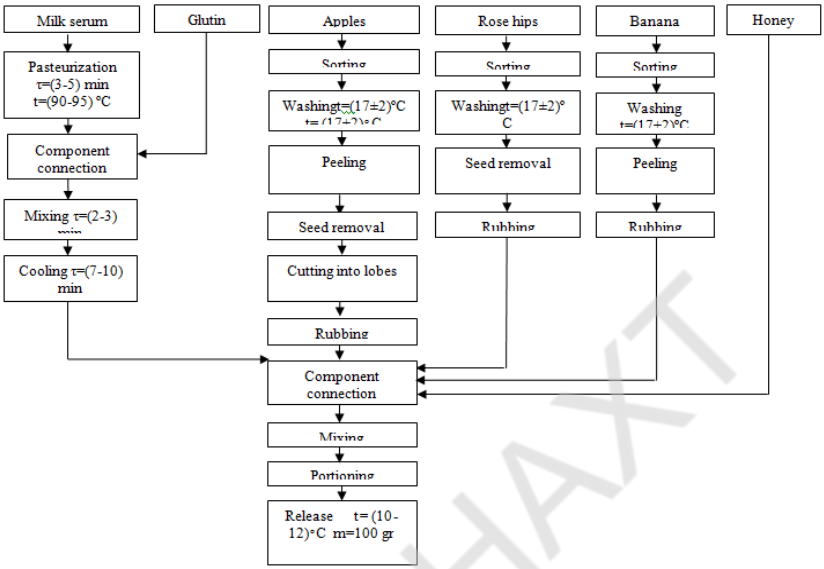


Fig. 3. Technological scheme of beverage preparation "Immuno Plus"

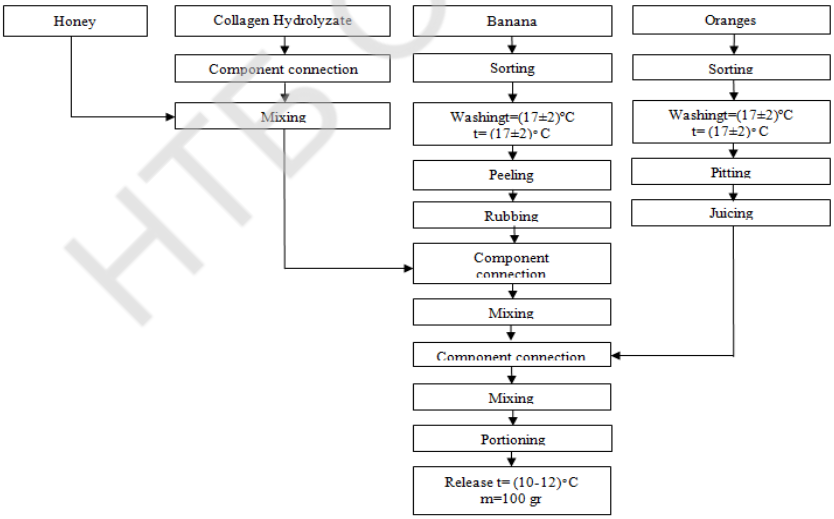


Fig. 4. Technological scheme of beverage preparation "Kovtok zdorov'ya"

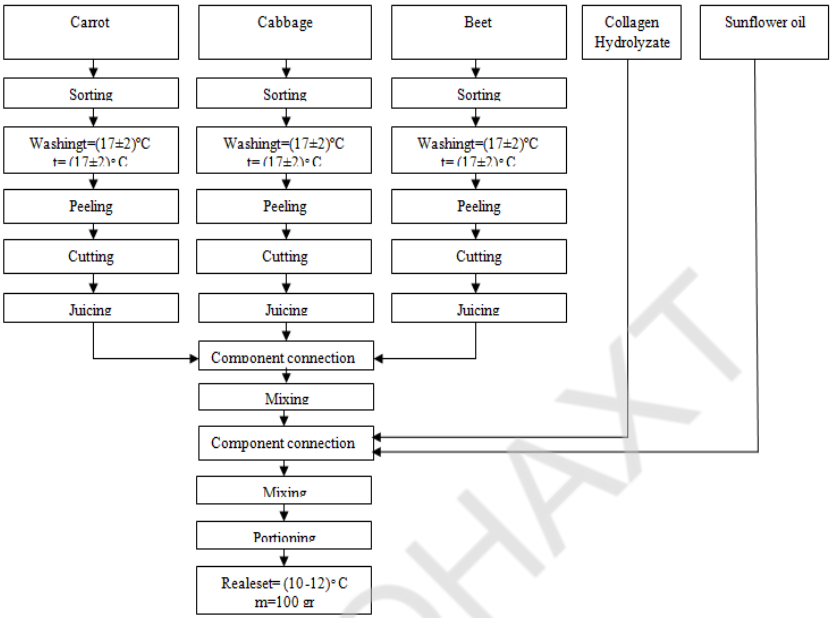


Fig. 5. Technological scheme of beverage preparation "Zdorov'yachko"

НТБ ОНАХТ

APPLICATION OF A QUALIMETRIC MODEL FOR PREDICTING QUALITY INDICATORS AT THE DEVELOPMENT OF CANNED FOOD "SECOND DINNED DISHES" WITH ADDED PROPELLED WHEAT GRAIN

Author – Babich N.
Supervisor – Zenkova M.
Belarus State Economic University

Modern trends of maximum usage of all the anatomical grain parts in human nutrition cause an interest to the development of canned food "The second lunch courses " with addition of germinated seed of wheat in a handy polymeric package, ready for use in cold or heat form and be of interest for modern buyers. A germinated seed of wheat elaboration method was proposed by germination and addition to canned food as one of the ingredients of the formulation. A qualimetric model for predicting the quality of canned second lunch dishes with the addition of wheat germ was constructed. This model includes a property tree and the "House of Quality", developed by the method of quality function Deployment (QFD). Buyer properties were studied during product designing and the stages of quality function Deployment (QFD) were presented. The energy and biological value of canned second lunch courses is calculated with the addition of germinated seed of wheat.

ПРИМЕНЕНИЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ «ВТОРЫЕ ОБЕДЕННЫЕ БЛЮДА» С ДОБАВЛЕНИЕМПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Автор – Бабич Д. А.
Руководитель – Зенькова М. Л.
Белорусский государственный экономический унивеситет

РЕПОЗИТОРИЙ БГЭУ

Введение

Применение методов квалиметрического прогнозирования при управлении качеством проектируемой продукции позволяет обеспечить высокий уровень качества продукции и конкурентоспособность, а также свести к минимуму корректировку продукции после ее появления на рынке. В настоящее время отсутствует единая система квалиметрического прогнозирования показателей качества и безопасности, позволяющая установить такие требования к качеству продукции на этапе ее проектирования, которые бы отвечали ожиданиям потребителей. Поэтому является актуальным проведение исследований по разработке квалиметрической модели прогнозирования качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы, включающих в себя определение номенклатуры показателей качества и безопасности, комплекс количественных методов оценки, установление численных значений показателей качества, которыми должен обладать проектируемый продукт, чтобы отвечать потребительским ожиданиям. В пищевой промышленности, в частности консервной, отсутствуют сведения о применении методов квалиметрического прогнозирования показателей качества и безопасности продукции и ее квалиметрической оценки.

Вторые обеденные блюда являются многокомпонентными пищевыми продуктами, обладающими высокой пищевой ценностью за счет содержащихся в нем компонентов. Они полностью готовы к употреблению в холодном или разогретом виде, поэтому представляют интерес для современных потребителей. В качестве основных рецептурных компонентов консервированных вторых обеденных блюд используют овощи, грибы, крупы, макаронные изделия, мясо и рыбу. В составе проектируемого продукта предполагается использовать пророщенное зерно пшеницы, как источника пищевых волокон, что также позволит расширить ассортимент и увеличить спрос на консервированные вторые обеденные блюда.

1. Аналитический обзор литературы

Современные тенденции максимального использования всех анатомических частей зерновки в питании человека обуславливают интерес к разработке готового к употреблению продукта на основе целого зерна. Так, прорастание широко используется для производства проросших зерновых культур для потребления в повседневной жизни. При прорастании накапливаются различные биологически

активные соединения, поэтому такие продукты часто рекомендуют для употребления в качестве функциональных с целью предупреждения хронических заболеваний [1, 2]. Однако, повышение контаминации микроорганизмами пророщенного зерна при прорастании является одним из сдерживающих факторов применения пророщенного зерна в общественном питании и для обогащения продуктов питания без дополнительной обработки [3, 4]. Многие исследования ученых посвящены разработке продуктов из пророщенного зерна, а также продуктов с добавлением пророщенного зерна и семян с целью повышения их пищевой ценности [5-13].

В Беларуси большое количество исследований проведено учеными Могилевского государственного университета продовольствия по разработке технологии проращивания и изучению возможности использования пророщенного зерна в производстве пищевых продуктов [14-18]. Также проводятся исследования по разработке технологии консервированных продуктов на основе зерна пшеницы [19]. Безопасными продуктами, с точки зрения микробиологической стабильности, на наш взгляд, являются консервированные продукты «Вторые обеденные блюда» с добавлением пророщенного зерна пшеницы в современной мягкой упаковке. В настоящее время большое внимание уделяется разработке продуктов со сбалансированным составом, с пониженным содержанием сахара и жира, с содержанием полезных для здоровья человека ингредиентов, с длительным сроком годности, быстрого приготовления и безопасным для человека. Темп современной жизни ставит многих потребителей в условия постоянного дефицита времени, чтобы позавтракать или пообедать, а продукты длительного хранения (консервы) могут стать альтернативой продуктам быстрого питания. Немаловажными критериями для потребителей при выборе таких продуктов является отсутствие специальных условий хранения, удобство приготовления (разогрев в СВЧ-печах) и употребления (достаточно вскрыть упаковку и переложить блюдо в тарелку). Одним из перспективных направлений в разработке продуктов данной группы является проектирование и производство продуктов многокомпонентного состава, сочетающих в себе сбалансированный комплекс необходимых организму пищевых веществ. При разработке консервированных продуктов «Вторые обеденные блюда» с добавлением пророщенного зерна необходимо учитывать особенности строения зерновки, особенности подготовки и

химического состава зерна пшеницы, а также ожидания потребителей при употреблении таких продуктов.

Целью работы является структурирование пожеланий потребителей при проектировании консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы, разработка квалиметрической модели прогнозирования показателей качества и расчет пищевой ценности продукции.

Под квалиметрической моделью качества подразумевается совокупность (дерево) свойств, коэффициентов весомости, шкал, для измерения простых свойств продукции, а также способов вычисления комплексного показателя качества и пути повышения качества продукции. Для анализа и оценки показателей качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы, а также для их улучшения был применен метод структурирования функции качества QFD (Quality Function Deployment) (далее – СФК). Это систематизированный путь структурирования пожеланий потребителя через структурирование функций и операций деятельности предприятия по обеспечению качества на каждом этапе жизненного цикла проектируемого продукта [20].

2. Объект, предмет и методы исследований

Объектом исследований являлись консервы «Вторые обеденные блюда» с добавлением пророщенного голозерного зерна пшеницы сорта Рассвет, выращенного в Беларуси со следующими показателями: содержание влаги 8,7±0,5 %, содержание белка 20,4±0,1 %, содержание крахмала 50,4±0,7 %, содержание жира 1,93±0,1 %.

Предметом исследований являлись данные социологического опроса по современному рынку консервов «Вторые обеденные блюда», показатели качества консервированных вторых обеденных блюд и пищевая ценность консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы.

При выполнении работы применялись следующие методы исследования: наблюдение, анкетирование, сравнение, счет, аналогия и обобщение.

Для анализа показателей качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы, а также для их улучшения был применен метод структурирования функции качества QFD (Quality Function Deployment) (далее – СФК).

Метод структурирования функции качества напредприятии по переработке фруктов и овощей позволяет:

- обеспечить качество продукции в соответствии с идентифицированными и структурированными пожеланиями потребителей;
- оптимизировать параметрические характеристики проектируемого продукта;
- повысить экономическую эффективность предприятия путем минимизации ресурсов, требуемых на разработку и внедрение новой продукции.

3. Результаты работы

3.1. Квалиметрическая модель качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы

Введение в рецептуру пророщенного зерна пшеницы является благоприятным фактором как для расширения ассортимента и увеличения спроса на консервированные вторые обеденные блюда, так и для повышения их пищевой ценности. С целью получения наиболее высоких потребительских свойств и совершенствования физико-химических показателей при разработке консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы применяется квалиметрическая модель показателей качества продукции. Под квалиметрической моделью качества подразумевается совокупность дерева свойств, коэффициентов весомости, шкал для измерения простых свойств, а также способов вычисления комплексного показателя качества и пути повышения качества. Для анализа и оценки показателей качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы, а также для их улучшения был применен метод структурирования функции качества QFD (далее – СФК) [20]. Основной задачей СФК является обеспечение безопасности данного продукта и удовлетворение потребителя его характеристиками. Метод СФК – это экспертный метод, использующий табличный способ представления данных, со специфической формой таблиц, которые получили название «Дом качества». Его структура представлена в приложении А.

Методология СФК опирается на идентификацию и структурирование пожеланий потребителей в отношении консервированных вторых обеденных блюд. Она представляет собой законченную концепцию, которая обеспечивает способы перевода желаний потребителя

в соответствующие физико-химические показатели для каждого этапа разработки продукта и производства [21]. В работе поэтапно представлен процесс структурирования функции качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы.

На **первом этапе** выясняются и уточняются пожелания потребителей на основании анкеты, состоящей из 10 вопросов. Потребитель часто формулирует свои пожелания в абстрактной форме. Поэтому задача первого этапа состоит в том, чтобы сделать мнение потребителя понятным для технолога. При этом вопросы анкеты формулируются так, чтобы выявить не только явные, но и скрытые пожелания потребителя. Данные анкетирования являются основой для построения дерева свойств и дальнейшего создания «Дома качества». Дерево свойств – это многоуровневая иерархическая диаграмма, включающая в себя систематизированный список комплексных и единичных показателей, характеризующих качество продукта. Дерево свойств консервированных вторых обеденных блюд представлено в приложении Б.

Дерево свойств состоит из трех основных «ветвей»: идентификационные показатели, показатели безопасности, потребительские показатели качества. Формирование первых двух ветвей производится на основании технических нормативных правовых актов. Ветвь «Потребительские показатели качества» формируется на основании анализа пожеланий потребителей, установленных в результате опроса.

На **втором этапе** проводится ранжирование установленных пожеланий потребителей. Самому маловажному показателю присваивается 1 ранг и потребительские показатели качества располагаются по убыванию или по возрастанию их важности. Далее рассчитывается важность ожидания каждого показателя качества как отношение ранга единичного показателя к сумме рангов всех показателей. На данном этапе, предусматривая всю избранную номенклатуру показателей качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна, производится нумерация (ранжирование) весомости показателей в порядке их важности. Самому маловажному показателю присваивается номер 1, самому важному – 17. Тогда потребительские показатели по убыванию их важности располагаются в следующем порядке (в скобках указаны ранги показателей): вкус, свойственный продукту, изготовленному обычным кулинарным способом (17); запах, свойственный продукту, изготовленному обычным кулинарным способом (16); внешний вид (15); полезность (14); отсутствие консервантов (13); простота состава (12); доля составных компо-

нентов (11); равномерность нарезки (10); мягкая, но не разваренная консистенция овощей (9); целостность кусочков (8); низкая цена (7); высокая калорийность (6); привлекательность этикетки (5); длительный срок годности (4); прочность упаковочного материала (3); удобство вскрытия (2); узнаваемость торговой марки (1). Сумма всех рангов равна 153. Значения важности ожиданий потребительских показателей консервированных вторых обеденных блюд заносятся в левую часть «Дома качества».

На **третьем этапе** разрабатываются физико-химические показатели качества продукции. Данные характеристики лежат в основе рецептуры и технологии производства консервированной продукции. Они располагаются в части 2 «Дома качества». Формирование показателей качества проводилось на основании технических нормативных правовых актов: СТБ 1084-97, ГОСТ 8286-90 и ГОСТ 18224-2013 [22, 23, 24].

На **четвертом этапе** построения СФК проводится определение корреляционных связей между потребительскими требованиями и показателями качества консервированных вторых обеденных блюд. Для обозначения степени корреляции между исследуемыми показателями в соответствии с методологией структурирования функции качества используются следующие символы:

- ● – сильная связь, вес – 9;
- ○ – средняя связь, вес – 3;
- Δ – слабая связь, вес – 1 [21].

Связи между потребительскими свойствами и показателями качества отражаются в средней части «дома качества» консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы.

В результате определения связей было установлено, что некоторые потребительские свойства не зависят от определённых физико-химических показателей. Среди них мягкая, но не разваренная консистенция овощей, равномерность нарезки, отсутствие консервантов, привлекательность этикетки, удобство вскрытия. Несмотря на это исключить их из анализа нельзя, так как при построении квалиметрической модели должны быть рассмотрены все важные для потребителя характеристики.

Данные числовые характеристики связей в дальнейшем используются для вычисления значимости физико-химических показателей разрабатываемого продукта. Также на данном этапе решается, нужно

ли оставлять в разрабатываемом продукте прежние физико-химические показатели, либо следует их изменить. При этом следует учитывать, что некоторые показатели, даже если они не важны потребителю, тем не менее, являются необходимыми для определения качества продукта и соблюдения технологии производства [3].

На **пятом этапе** устанавливается взаимосвязь между физико-химическими показателями качества разрабатываемой консервированной продукции. Определение степени связи между показателями устанавливает эксперт или группа экспертов и технолог. При этом следует учесть, что некоторые показатели могут быть не связаны между собой. Сила связи отображается с помощью условных обозначений, используемых на предыдущем этапе. Таким образом формируется крыша «Дома качества».

На **шестом этапе** определяются весовые показатели качества с учетом рейтинга важности потребительских ожиданий, а также зависимости между потребительскими ожиданиями и физико-химическими показателями качества разрабатываемой продукции. Ранее показателям связи между потребительскими ожиданиями и физико-химическими показателями были присвоены числовые значения (9 – 3 – 1 в зависимости от силы связи между ними). Умножая важность ожидания на числовой показатель связи, вычисляется относительная важность каждого показателя качества.Суммируя результаты по каждому физико-химическому показателю качества, получим значение, которое указывает на степень зависимости данного показателя от потребительских ожиданий [21].

В результате расчета физико-химических показателей качества было установлено, что наибольшее внимание при разработке консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы следует уделить показателю «массовая доля компонентов», при этом если возможно, то контролировать максимальное количество компонентов, например "массовая доля овощей", "массовая доля пророщенного зерна", "массовая доля грибов" и т.д. Его суммарная оценка составила 31,38 %. Также установлено, что массовая доля сухих веществ в наименьшей степени влияет на ожидания потребителей, следовательно, данному показателю нецелесообразно уделять большое внимание для достижения удовлетворённости потребителей.

На **седьмом этапе** производится учет технологических ограничений, так как не все значения потребительских показателей каче-

ства могут быть достижимы. Поэтому на данном этапе технолог проставляет оценки технически реализуемым значениям показателей качества, которые в наибольшей степени ожидают потребители. На данном этапе получают скорректированные значения показателей качества [21].

На **восьмом этапе** учитывается влияние конкурентов. На данном этапе должны быть отобраны продукты-конкуренты, представленные в розничной торговле, которые являются эталонами. Процедура построения матрицы называется бенчмаркингом. Задачей бенчмаркинга является определение лучших качеств продукта у других производителей и нахождение ответа на вопрос: «Как сделать еще лучше?». На данном этапе используют матрицу, располагаемую в правой части «Дома качества». Для составления матрицы оценивают главных конкурентов-производителей консервов «Вторые обеденные блюда». Для оценки используется экспертный метод.

На **девятом этапе** построения «Дома качества» консервированных вторых обеденных блюд исследуются фактические показатели качества продуктов-конкурентов и разрабатываемых продуктов с добавлением пророщенного зерна пшеницы. Проводится их сравнительный анализ, а также корректировка показателей качества разрабатываемых консервированных вторых обеденных блюд. Исследования по определению фактических показателей качества консервированных продуктов «Вторые обеденные блюда» проводятся в настоящее время.

Семь этапов построения «Дома качества» консервированных продуктов «Вторые обеденные блюда» с добавлением пророщенного зерна пшеницы в современной мягкой упаковке представлены в приложении В.Метод СФК позволяет определить ожидания потребителей при покупке консервированных вторых обеденных блюд и физико-химические показатели, которые должны быть учтены при проектировании консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы.

3.2. Пищевая ценность консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы

Пищевая ценность отражает всю полноту полезных свойств пищевого продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах, энергии и органолептические достоинства [25]. На основании справочной информации [26] рассчитана энергетическая ценность консервиро-

ванных вторых обеденных блюд «Свежая капуста с грибами и пророщенным зерном пшеницы» и результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Энергетическая ценность 1 кг консервов «Свежая капуста с грибами и пророщенным зерном пшеницы»

Наименование сырья	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Капуста	433	7,79	0,43	20,35	116,43
Грибы отварные	150	5,55	2,55	1,65	51,75
Пророщенное зерно пшеницы	215	16,99	3,23	77,62	407,51
Морковь	40	0,52	0,04	2,88	13,96
Лук	50	0,70	-	4,55	21,00
Масло растительное	55	-	54,95	-	494,55
Овощное пюре	50	1,80	-	5,9	30,80
Соль	5	-	-	-	-
Кислота уксусная	1,5	-	-	-	-
Перец черный горький	0,2	0,02	0,01	0,08	0,49
Перец душистый	0,3	0,02	0,03	0,22	1,23
Всего	1000	33,39	61,24	113,25	1137,72

Из представленных в таблице 1 расчетов видно, что 100 г консервированных вторых обеденных блюд «Свежая капуста с грибами и пророщенным зерном пшеницы» имеют энергетическую ценность 113,8 ккал и содержат белки – 3,3 г; жиры – 6,1 г; углеводы – 11,3 г. Сравнивая с продуктом-конкурентом «Капуста свежая тушеная с грибами» (энергетическая ценность 100 г консервов 80,4 ккал; белки – 2,4 г; жиры – 6,2 г; углеводы – 3,8 г) установлено, что количество белков в 100 г консервов «Свежая капуста с грибами и пророщенным зерном пшеницы» на 0,9 г больше, чем в 100 г консервов «Капуста тушеная с грибами», количество жиров в консервах отличается незна-

НТБ ОНАХТ

чительно, а количество углеводов на 7,5 г больше, чем в 100 г консервов «Капуста тушеная с грибами».

Рассчитана биологическая ценность консервов «Свежая капуста с грибами и пророщенным зерном пшеницы» по капусте, грибам и пророщенному зерну пшеницы. Принято, что 1 г «идеального» белка содержит (в мг): изолейцина – 40, лейцина – 70, лизина – 55, метионина и цистина в сумме – 35, фенилаланина и тирозина в сумме – 60, триптофана – 10, треонина – 40, валина – 50 [27]. Аминокислотный состав данных компонентов представлен в таблице 2 [27].

Таблица 2 – Аминокислотный состав основных компонентов консервов «Свежая капуста с грибами и пророщенным зерном пшеницы»

Наименование	Капуста	Грибы	Пророщенное зерно пшеницы
Белки, мг/100 г	1800	3200	7900
Валин, мг/100 г	58	78	327
Изолейцин, мг/100 г	50	30	278
Лейцин, мг/100 г	64	120	530
Лизин, мг/100 г	61	190	215
Метионин и цистин, мг/100 г	42	348	295
Треонин, мг/100 г	45	110	228
Триптофан, мг/100 г	10	210	411
Фенилаланин и тирозин, мг/100 г	61	220	259

Тогда аминокислотный скор капусты, грибов и пророщенного зерна пшеницы рассчитан и представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Аминокислотный скор белков капусты, грибов и пророщенного зерна пшеницы

Наименование	Капуста	Грибы	Пророщенное зерно пшеницы
1	2	3	4
Валин, %	64	48	83
Изолейцин, %	70	23	90
Лейцин, %	51	54	96
Лизин, %	62	107	49

НТБОНИТ

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
Метионин и цистин, %	66	311	107
Треонин, %	63	85	72
Триптофан, %	60	660	520
Фенилаланин и тирозин, %	57	115	55

По данным таблицы 3 можно сделать следующее заключение, что белки капусты, грибов и пророщенного зерна пшеницы являются неполноценными. Все аминокислоты белка капусты являются лимитирующими, основными лимитирующими являются лейцин, фенилаланин, триптофан. Лимитирующими кислотами белка грибов являются валин, изолейцин, лейцин, треонин. Лимитирующими кислотами пророщенного зерна пшеницы являются валин, изолейцин, лейцин, лизин, треонин, фенилаланин и тирозин. Главными лимитирующими аминокислотами пророщенного зерна пшеницы являются лизин и треонин.

Выводы

Проращивание зерновых культур является одним из инновационных способов повышение их пищевой ценности. Широкое распространение получило производство продуктов из пророщенного зерна разных культур, известны способы и изучены процессы проращивания зерна многими учеными и практиками.Впервые предложено использовать пророщенное зерно в производстве консервированных продуктов «Вторые обеденные блюда», используя квалиметрическую модель прогнозирования показателей качества продукта.

На основании выявленных в результате опроса потребительских ожиданий построена квалиметрическая модель качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы. Данная модель включает в себя дерево свойств, а также «Дом качества», разработанный методом структурирования функции качества (СФК).На основании построения «Дома качества» установлено, что для удовлетворения потребительских ожиданий при разработке консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы наибольшее внимание следует уделить таким показателям, как «массовая доля составных компонентов»,

ПРОЕКТ

«массовая доля титруемых кислот» и «массовая доля жира». Построение «Дома качества» позволяет определить связи между потребительскими ожиданиями и физико-химическими показателями, а также связь физико-химических показателей между собой. В результате расчета физико-химических показателей качества было установлено, что наибольшее внимание при разработке консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы следует уделить показателю «массовая доля компонентов».

Пищевая ценность консервированных вторых обеденных блюд «Свежая капуста с грибами и пророщенным зерном пшеницы» превосходит пищевую ценность продукта-конкурента «Капуста свежая тушеная с грибами».

Список использованной литературы

1. Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated revie / Ren-You Gan, Wing-Yee Lui, Kao Wu, Chak-Lun Chan, Shu-Hong Dai, Zhong-Quan Sui, Harold Corke // Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Volume 59. – Pp. 1-14.

2. Germinated grains – Sources of bioactive compounds / O.N. Donkor, L. Stojanovska, P. Ginn, J. Ashton, T. Vasiljevic // Food Chemistry. – 2012. – Volume 135. – Issue 3. – Pp. 950-959.

3. Бережная О.В. Повышение микробиологической безопасности пророщенного зерна пшеницы / О.В. Бережная, Г.Г. Дубцов, Л.И. Войно // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 28-29.

4. Бережная О.В. Пророщенное зерно пшеницы в производстве кулинарной продукции / О.В. Бережная, Г.Г. Дубцов, Л.И. Войно // Товаровед продовольственных товаров. – 2014. – №7. – С. 57-63.

5. Писарева Е.В. Исследование и разработка технологии мороженного с пророщенным зерном ржи: автореф. дис. … канд. тенх. наук: 05.18.04 / Е.В. Писарева; Алтайский гос. технический университет им. И.И. Ползунова. – Кемерово, 2004. – 20 с.

6. Biochemical Changes Associated with Germinating Rice Grains and Germination Improvement / SubajinyVeluppillai, Ketheeswary Nithyanantharajah, Seevaratnam Vasantharuba, Sandrasegarampillai Balakumar, Vasanthy Arasaratnam// Rice Science. – 2009. – Volume 16. – Issue 3. – Pp. 240-242.

7. Abd Elmoneim O. Elkhalifa. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour / Abd Elmoneim O. Elkhalifa, Rita

Bernhardt // Food Chemistry. – 2010. – Volume 121. – Issue 2. – Pp. 387-392.

8. Шнейдер Д. Макаронные изделия из цельносмолотого и пророщенного зерна пшеницы / Д. Шнейдер // Хлебопродукты. – 2010. – № 8. – С. 46-47.

9. Леонова С. Разработка технологии национального крупяного продукта из пророщенного зерна / С. Леонова, А. Нигматьянов, М. Фазылов // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 48-49.

10. Сафронова Т.Н. Технологии пищевых продуктов с использованием переработанного пророщенного зерна пшеницы / Т.Н. Сафронова, О.М. Евтухова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 4. – С. 49-52.

11. Веретнова О.Ю. Разработка рецептуры мясных комбинированных фаршей с использованием пророщенного зерна пшеницы / О.Ю. Веретнова, Т.Н. Сафронова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 10. – С. 112-115.

12. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам [Электронный ресурс] / Пат. № 2223652 Российская Федерация, МПК A 21 D 13/02. Способ производства хлеба из пророщенного зерна пшеницы / Хоперская О.А.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «Скай ЛТД». – № 99118607/13; заявл. 02.09.1999; опубл. 20.02.2004. – Режим доступа: bd.patent.su. – Дата доступа: 20.02.2018.

13. Пат. 2428029 Российская Федерация, МПК A 21 D 13/02. Способ получения пророщенного зерна пшеницы / Бибик И.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный аграрный университет. – № 2010118417/13; заявл. 06.05.10; опубл. 10.09.11, Бюл. № 25. – 2 с.

14. Пат. 10228 Республика Беларусь, МПК A 21 D 13/00, A 23 L 1/185, A 23 L 1/10. Способ производства полуфабриката из пророщенного зерна / О.В. Агеенко [и др.]; заявитель и патентообладатель Могилевский государственный университет продовольствия. – № a 20060182; заявл. 02.03.2006; опубл. 28.02.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 1. – С. 51.

15. Урбанчик Е.Н. Получение продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна пшеницы и тритикале / Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 7. – С. 24-26.

16. Урбанчик Е.Н. Оптимизация технологических режимов получения продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна ржи и гороха / Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта, Ю.М. Щудло // Пищевая промышленность. – 2013. – № 7. – С. 26-28.

17. Шаршунов В.А. Обоснование режимов воздушно-водяного замачивания для технологии оптимального проращивания зерна кукурузы / В.А. Шаршунов, Е.Н. Урбанчик, П.Г. Иванов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2013. – № 1. – С. 106-110.

18. Шаршунов В.А. Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного / В.А. Шаршунов [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 4. – С. 118-125.

19. Пат. 16654 Республика Беларусь, МПК A 23 B 9/24, A 23 L 1/172. Способ производства консервированного продукта из зерна пшеницы / М.Л. Зенькова [и др.]; заявитель и патентообладатель Могилевский государственный университет продовольствия. – № a 20110439; заявл. 07.04.2011; опубл. 30.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 6. – С. 63.

20. Янковская В.С. Разработка квалиметрической модели прогнозирования показателей качества и безопасности творожных продуктов: дис. … канд. техн. наук: 05.02.23 / В.С. Янковская – М., 2008. – 224 с.

21. Мазур И.И. Управление качеством: учеб.пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро. – 7-е изд., стер. – М.: Омега-Л, 2010. – 400 с.

22. Государственный стандарт Республики Беларусь. Консервы. Блюда обеденные. Общие технические условия: СТБ 1084-97. – Введ. 01.07.1998. – Минск: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1998. – 9 с.

23. Государственный стандарт союза ССР. Консервы мясосодержащие «Каша с мясом». Технические условия: ГОСТ 8286-90. – Введ.: 01.01.1992. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 10 с.

24. Межгосударственный стандарт. Консервы. Вторые обеденные блюда. Технические условия: ГОСТ 18224-2013. – Введ. 01.10.2016. – М.: Стандартинформ, 2015. – 12 с.

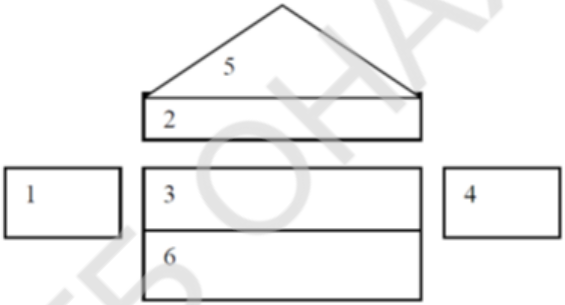
25. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: учебник / В.М. Позняковский. – 5-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.

26. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с анг. под общ. ред. А.К. Батурина, – СПб.: Профессия, 2006. – 416 с.

27. Нестеров М.Ф. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / М.Ф. Нестеров, И.М. Скурихин. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 247 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура «Дома качества»



1 – потребительские показатели качества и важность их ожидания; 2 – показатели качества проектируемой продукции; 3 – связь между потребительскими показателями качества и показателями качества проектируемой продукции; 4 – оценка выполнения требований потребителей для продуктов-конкурентов; 5 – корреляция между показателями качества проектируемой продукции; 6 – результаты исследований показателей качества проектируемой продукции

Рис. А.1 Структура «Дома качества»

НТБ ОНАХТ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Дерево свойств консервированных вторых обеденных блюд

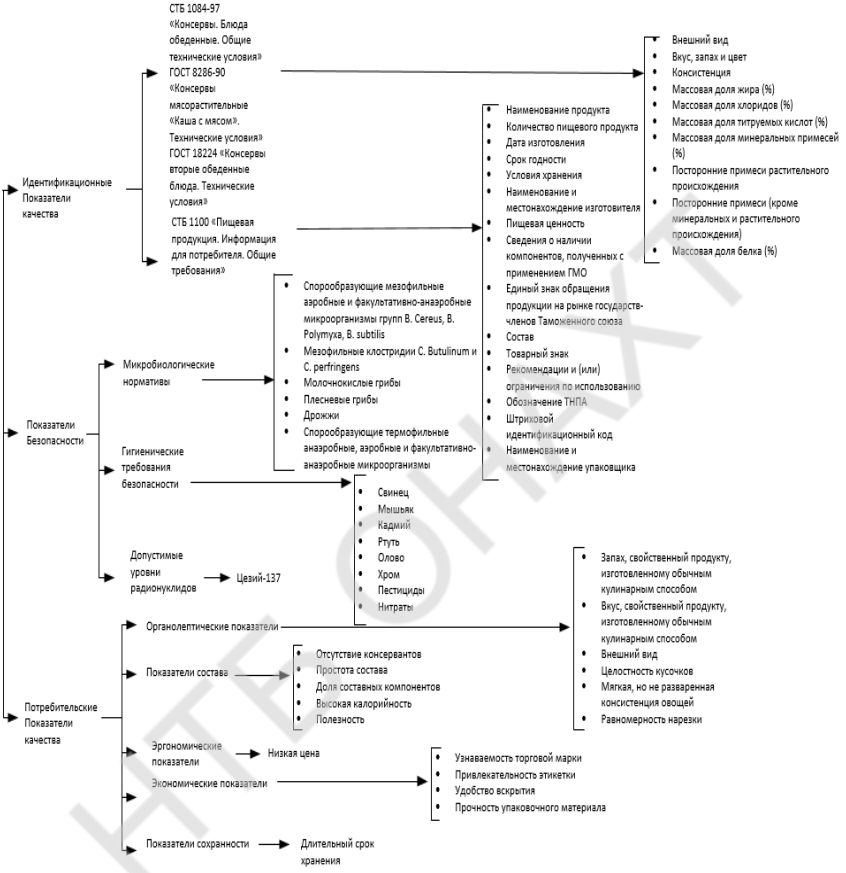
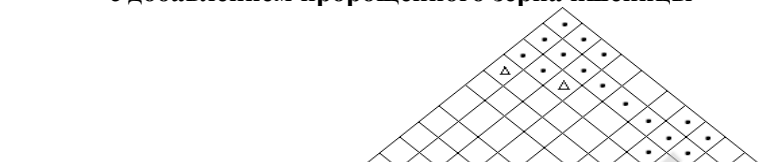


Рис. Б.1. Дерево свойств консервированных вторых обеденных блюд

ПРИЛОЖЕНИЕ В

«Дом качества» консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы



Потребительские показатели качества	Показатели	Важность оценки	Массовая доля жира	Массовая доля хлоридов	Массовая доля титруемых кислот	Массовая доля мин. примесей	Массовая доля прямой раст. происхождения	Посторонние примеси	Массовая доля белка	Массовая доля компонентов	Массовая доля сухих веществ	Промышленная стерильность
Органолептические	1 Запах, свойственный продукту, изготовленному обычным кулинарным способом	0,105								● 0,945	△ 0,105	
	2 Вкус, свойственный продукту, изготовленному обычным кулинарным способом	0,111	○ 0,333	● 0,999	● 0,999	△ 0,333	△ 0,333	△ 0,333		● 0,999	○ 0,333	
	3 Внешний вид	0,098	○ 0,294			△ 0,239	△ 0,294	△ 0,294		● 0,882	○ 0,098	
	4 Целостность кусочков	0,052								● 0,468		
	5 Мягкая, но не разваренная консистенция овощей	0,059										
	6 Равномерность нарезки	0,065										
Показатели состава	7 Отсутствие консервантов	0,085										
	8 Простота состава	0,078	△ 0,078						● 0,702			
	9 Доля составных компонентов	0,071								● 0,639		
	10 Высокая калорийность	0,039	● 0,351						○ 0,117	● 0,351	△ 0,039	
	11 Полезность	0,092	○ 0,276	○ 0,276	● 0,828	● 0,828	● 0,828	● 0,828	○ 0,276	● 0,828	○ 0,276	● 0,828
Экономические	12 Низкая цена	0,046	△ 0,046						○ 0,138	● 0,414	△ 0,06	
Эргономические	13 Узнаваемость торговой марки	0,007										△ 0,007
	14 Привлекательность этикетки	0,033										
	15 Удобство вскрытия	0,013										
	16 Прочность упаковочного материала	0,019										△ 0,019
Безопасности	17 Длительный срок годности	0,026	○ 0,078	○ 0,078	○ 0,078					○ 0,078		● 0,234
	Суммарная оценка		1,456	1,353	1,905	1,4	1,455	1,455	1,233	5,604	0,911	1,088	17,86
	Приоритетность, %		8,15	7,58	10,67	7,84	8,15	8,15	6,90	31,38	5,10	6,08	

Рис. В.1. «Дом качества» консервированных вторых обеденных блюд

НЕ ОНИХ

THE TECHNOLOGY OF DRINKING BREAKFAST USING FOOD COMPOSITIONS FROM PLANT RAW MATERIALS

Author – Serenko A.
Supervisor – Vitryak O.
Kyiv National University of Trade and Economics

Monitoring of the market for drinking breakfast in Ukraine shows that the range of such products, in particular domestic production, is insufficient. The relevance of this work is determined by the need to develop new food products for breakfast using nutritional compositions from plant material with increased biological value.

On the basis of the research conducted, the technology of nutritional composition for drinking breakfasts using wheat germ, cellulose of wheat germ and amaranth seeds, fruit and vegetable powders was developed and scientifically substantiated; the optimal ratios of components for preparing the nutritional composition are determined.

A complex quality indicator for the finished product "Drinking breakfast. Sport" is calculated, it has increased relatively to control by 191%.

The normative and technical documentation for a food composition and the finished product "Drinking breakfast. Sport" was developed, such as a technological schemes and a technological cards. A declarative patent application "Food composition of a dry mix for the product "Drinking breakfast. Sport" was submitted. The developed technology of the drinking breakfast using the food composition from plant raw materials was introduced in the restaurant "PIANO".

Thus, the proposed technology of drinking breakfast using food composition from plant raw material with different liquid bases allows us to obtain products for health nutrition with improved flavoring properties, high biological value, without sugar content.

ТЕХНОЛОГІЯ ПИТНИХ СНІДАНКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ХАРЧОВИХ КОМПОЗИЦІЙ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Автор – Серенко А. А.
Керівник – Вітряк О. П.
Київський національний торговельно-економічний університет

Вступ

Однією із важливих складових здорового і повноцінного харчування є наявність у раціоні поживного і корисного сніданку. Ключовим фактором здорового харчування є не лише сніданок, але і його якісний склад: він повинен містити необхідну кількість нутрієнтів, які забезпечать активну життєдіяльність організму протягом дня.

При створенні нових видів продуктів харчування із підвищеної харчовою та біологічною цінністю доцільно віддавати перевагу тим, які мають подовжений термін зберігання, зручні при транспортуванні, приготуванні (якщо це напівфабрикати) й споживанні, користуються попитом у споживачів. Такими є, зокрема, харчові композиції сухих сумішей для питних сніданків.

Моніторинг ринку питних сніданків в Україні показує, що асортимент таких продуктів, зокрема вітчизняного виробництва, недостатній і потребує свого розширення та збалансованості відповідно до вимог раціонального харчування. Актуальність даної роботи визначається необхідністю розроблення нових продуктів харчування для сніданків з використанням харчових композицій з рослинної сировини з підвищеною поживною та біологічною цінністю.

Метою роботи є наукове обґрунтування та розроблення новітніх технологій питних сніданків для всіх функціональних груп населення з використанням харчової композиції зі шроту зародків пшениці, рослинної клітковини: зародків пшениці і насіння амаранту та рослинних порошків: яблука, банану, моркви, лимону.

Відповідно до мети дослідження поставлено наступні задачі:

- вивчити та дослідити технологічні властивості шроту зародків пшениці, клітковини зародків пшениці і насіння амаранту, фруктово-овочевих порошків; науково обґрунтувати їх використання у виробництві харчових композицій для питних сніданків;
- розробити та науково обґрунтувати технологію харчової композиції для питних сніданків з використанням вищевказаних компонентів;
- розробити та науково обґрунтувати технологію готової продукції з використанням отриманої харчової композиції з рослинної сировини;
- дати комплексну оцінку якості розробленої продукції, побудувати модель якості;
- розробити нормативно-технічну документацію на харчову композицію для питних сніданків з використанням шроту зародків пше-

ниці, рослинної клітковини: зародків пшениці і насіння амаранту, фруктово-овочевих порошків: яблука, банану, моркви, лимону, та на готову продукцію;

• розробити комплекс заходів щодо впровадження результатів дослідження у виробництво та оцінити ефективність впровадження.

Розділ 1. Аналітичний огляд літератури. Використання харчових композицій з рослинної сировини у раціоні споживачів

З середині минулого століття в науковій літературі почали з'являтися дослідження, в яких йшлося про важливість значення сніданку для здоров'я людини. Подальші дослідження цього питання розкривали нові аспекти щодо позитивного впливу сніданку на метаболічні процеси організму та психологічний стан людини. Наприклад, було доведено, що споживання сніданку призводить до покращення пам'яті та настрою. Такі ефекти були встановлені шляхом епідеміологічних досліджень щодо засвоєння різних продуктів, в тому числі сніданків, які містять зернові компоненти [1].

Отже, однією із важливих складових здорового і повноцінного харчування є наявність у раціоні поживного і корисного сніданку, який повинен містити необхідну кількість нутрієнтів, що забезпечать активну життєдіяльність організму протягом дня. Нутрієнтний склад сніданку має складатися з білку (30% від добової потреби), жирів (20%), вуглеводів (50%), вітамінів (50%), мінеральних речовин (30%). Правильний сніданок підтримує рівень цукру та інсуліну крові в межах норми, запобігає вуглеводневому голоду та вуглеводній залежності протягом доби, забезпечуючи організм всіма необхідними харчовими речовинами [2].

Останніми тенденціями в технології нової продукції є використання зернової сировини та продуктів її переробки, які є джерелом великої кількості основних нутрієнтів. До таких продуктів відноситься шрот зародків пшениці (ШЗП). Він володіє високою біологічною та харчовою цінністю. У ньому міститься 12 вітамінів, 18 амінокислот, 21 мікро- та макроелемент. У шроті вміст вітамінів групи В у 3…4 рази вище, ніж у цілому зерні пшениці. Вміст ліпідів у зародках пшениці становить до 13%, в тому числі приблизно 80% ненасичених жирних кислот, що свідчить про їх високу поживну цінність. Амінокислотний склад білка зародка різноманітний, проте незамінні амінокислоти в ньому становлять понад 30% (до загального білка). Білки

шроту зародків пшениці багаті на усі незамінні амінокислоти і за їх вмістом наближаються до «ідеального» білка [3, 4].

Можна зробити висновок, що доцільним є використання шроту зародків пшениці у технології сухих сумішей для питних сніданків. Поєднуючи його з іншими рослинними компонентами можна отримати якісно новий продукт із підвищеної біологічною та харчової цінністю.

На даний час гостро стоїть питання недостатнього надходження харчових волокон до організму з продуктів харчування. Клітковина зародків пшениці відрізняється достатньо високим вмістом вітамінів, зокрема тіаміну, рибофлавіну, нікотинової кислоти, токоферолів. Токофероли пов'язані із здійсненням антиоксидантної функції, підтримують серцево-судинну систему і нормальну діяльність статевих залоз; вони ефективні в якості радіопротектора при дії на організм низьких доз радіації, що впливають перш за все на нервову, ендокринну та імунну системи. Тіамін бере участь у білковому, жировому та водневому обміні, сприятливо впливає на передачу нервових імпульсів [1, 5].

Корисність клітковини насіння амаранту у тому, що в ній міститься широкий спектр жирних кислот, з яких майже половину займає незамінна ліноленова кислота. Також у ній високий вміст двох найпотужніших природних антиоксидантів: токоферолу і сквалену, який має протипухлинну і ранозагоювальну дію. Сквалеон входить до складу клітин шкіри і органів, сприяє їх активному кисневому насиченню [3, 4].

З метою підвищення вмісту біологічно активних речовин в продукті, а саме вітамінів та мінеральних речовин, доцільне додавання до харчових композицій харчових фруктово-овочевих порошків: яблука, банану, моркви та лимону, що також покращить органолептичні показники готового продукту.

Згідно досліджень Інституту технічної теплофізики НАН України, сучасні технології сушіння рослинної сировини дозволяють максимально зберегти вміст харчових речовин вихідної сировини. Використання рослинних порошків з різним ступенем дисперсності у технології рідкої харчової продукції дозволяє отримати готовий продукт різної консистенції та структури [6, 7].

Відомі розробки Рибалки О.І., Моргуна Б.В., Починка В.М. продукту для дієтичного (функціонального) та профілактичного харчування «Сніданок академіка Рибалки», який являє собою суміш із

злакових культур (крупи спеціального сорту голозерного ячменю та висівок (пластівців) спеціального сорту чорнозерної пшениці) та борошна льону [8]. Недоліком даної рецептури сніданку є те, що готовий продукт має низькі органолептичні показники, оскільки в його складі відсутні додаткові смакові та ароматичні компоненти. Технологія приготування готового сніданку ускладнена попередньою підготовкою інгредієнтів (промивання 2-3 порціями проточної води) та передбачає використання теплової обробки – варіння при температурі 114^{o}С протягом 20…25 хв., що подовжує тривалість приготування готового продукту та призводить до зниження вмісту біологічно активних речовин внаслідок впливу високої температури.

Автори Мардар М.Р., Валевська Л.О. запропонували «Композицію екструдованого сухого сніданку «Рослинка», що містить: кукурудзяну крупу, пшеничну крупу нешліфовану та бланшовані й подрібнені корені моркви, петрушки й селери, кухонну йодовану сіль, вітамінно-мінеральну добавку та прянощі (запашний перець, «Хмелі-Сунелі») [9]. Недоліком продукту є складна та тривала технологія його приготування: крупи піддають просіюванню, очищенню від металомагнітних домішок, зважують, перемішують з іншими інгредієнтами 15…60 хвилин, екструдують, охолоджують, ріжуть, підсушують. Мають місце втрати вітамінів та мінеральних речовин у готовому сухому сніданку, що пов’язане зі застосуванням високих температур в процесі екструдування (110…140^{o}С).

Науковці Сирохман І.В., Гирка О.І., Ковбаса В.М., Кияниця С.Г розробили харчовий продукт «Сухі сніданки функціональні», що містить у своєму складі: повітряні зерна крупи перлової, цукрову пудру, сироп, зародкові пластівці пшениці, порошок з кореня родіоли рожевої, яблучний порошок, аскорбінову кислоту [10]. Але продукт, який виготовляється за допомогою вказаної композиції, має недостатню біологічну і харчову цінність, ненасичені смакові властивості, містить цукрові продукти.

Таким чином, в науковій роботі поставлена задача розроблення технології питного сніданку з використанням сухої суміші із рослинної сировини із збалансованим поживним складом, високою біологічною цінністю та органолептичними показниками, без додавання цукрових продуктів, для раціону спортсменів і людей, які ведуть активний спосіб життя, мають фізичні навантаження. Розроблена технологія питного сніданку не повинна мати складних технологічних прийомів підготовки сировини або приготування готового продукту.

Розділ 2. Об'єкти дослідження. Методи і методики дослідження

Дослідження проводилися у 2016-2018 рр. у Київському національному торговельно-економічному університеті, у лабораторіях кафедри технології і організації ресторанного господарства.

На підставі аналізу наукових джерел визначено об'єкти, придатні для використання у виробництві харчових композицій рослинних інгредієнтів для питних сніданків.

Для підвищення вмісту харчових волокон використано клітковину зародків пшениці та клітковину насіння амаранту. У якості компонентів, що підвищують вміст вітамінів та мінеральних речовин, використано харчові рослинні порошки яблука, банану, моркви та лимону.

Об'єктом дослідження є технологія готової продукції з використанням харчової композиції з рослинної сировини для питних сніданків.

Предмет дослідження – питний сніданок, харчова композиція з сухої суміші рослинної сировини, шрот зародків пшениці, клітковина насіння амаранту, клітковина зародків пшениці, борошно гречане, яблучний порошок, банановий порошок, морквяний порошок, лимонний порошок.

Методи досліджень – стандартні загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, органолептичні, математично-статистичні методи обробки експериментальних даних з використанням сучасних комп'ютерних програм.

В якості предмета досліджень використовували продукти вітчизняного виробництва (виробники: «Житомирбіопродукт» м.Житомир, «Агросільпром», м.Дніпро, «Vivan», м.Львів, «Ювет-технології» м.Харків).

Вивчали технологічні властивості шроту зародків пшениці, рослинної клітковини: зародків пшениці і насіння амаранту, фруктово-овочевих порошків, з метою обґрунтування їх якісного та кількісного вмісту у складі харчової композиції, шляхом практичних проробок із різної кількістю компонентів.

Досліджували органолептичні та фізико-хімічні властивості питного сніданку з використанням розробленої харчової композиції сухої суміші з рослинної сировини. Контролем обрано «Кисіль білоруський», який містить зернові та фруктові компоненти (Збірник техно-

логічних карт на страви та кулінарні вироби для закладів ресторанного господарства, рец. №954) [11].

Органолептичну оцінку готового продукту визначали за п'ятибальною системою. Кожному органолептичному показнику якості було визначено коефіцієнт вагомості: для зовнішнього вигляду – 0,2; для кольору – 0,1; для консистенції – 0,3; для запаху – 0,1; для смаку – 0,3.

Для оцінки перспективної конкурентопридатності використано 100-балову шкалу, що складається з чотирьох змішаних показників (комплексного й одиничних), кожному з яких відповідають певні коефіцієнти вагомості, визначені експертним методом. Враховано наступні показники: комплексний показник якості; економічний показник – рівень собівартості продукції; показник маркетингових досліджень – рівень задоволення потреб споживачів, який опосередковано відображає кон'юнктуру ринку (попит і пропозицію) досліджуваних продуктів; показник інноваційної діяльності – патентну захищеність). При цьому якість мала вирішальне значення й була основним конкурентоутворюючим фактором.

Розділ 3. Наукове обґрунтування та розроблення технології питних сніданків з використанням харчової композиції з рослинної сировини

Харчування людини є одним із найважливіших чинників, який пов'язує її з навколишнім середовищем та сприяє здатності організму протидіяти впливу шкідливих факторів довкілля. Тому важливо, щоб організм отримував із продуктами харчування якомога більше ессенціальних речовин та мінорних компонентів. Цього можна досягти шляхом корекції рецептур і створенням харчових продуктів з оптимізованим нутрієнтним складом.

Виходячи з результатів аналітичних досліджень, предметом наукового дослідження стало розроблення харчової композиції сухої суміші для продукту «Питний сніданок» на основі шроту зародків пшениці. Харчову композицію вирішено додатково збагатити рослинної клітковиною: зародків пшениці та насіння амаранту. Шляхом додавання харчових фруктово-овочевих порошків у продукті можна підвищити вміст біологічно-активних речовин, а саме вітамінів та мінеральних речовин. Сучасні способи отримання рослинних порошків, а саме сублімаційне сушіння, дозволяють максимально зберегти вміст біологічно активних речовин [12, 13].

Розроблено оптимальний склад інгредієнтів харчової композиції сухої суміші для продукту «Питний сніданок. Спорт» [14].

Створено модельні харчові композиції готової продукції з використанням сухої суміші для продукту «Питний сніданок. Спорт» (табл. 1) та проведено органолептичну оцінку дослідних зразків та контролю з метою визначення впливу на смакові якості додавання різних співвідношень шроту зародків пшениці, гречаного борошна, клітковини зародків пшениці, клітковини насіння амаранту та фруктово-овочевих порошків: яблука, банану, моркви та лимону.

Таблиця 1 – Модельні харчові композиції продукту «Питний сніданок» та контролю

Назва компонента	**Контроль**	**Дослід 1** маса, г	**Дослід 2** маса, г	**Дослід 3** маса, г
1.Пластівці вівсяні «Геркулес»	26	0	0	0
2.Цукор	17	0	0	0
3.Шрот зародків пшениці	0	3,76	4,7	5,64
4.Клітковина зародків пшениці	0	0,8	1	1,2
5.Клітковина насіння амаранту	0	0,8	1	1,2
6.Борошно гречане	0	0,54	0,67	0,8
7.Суниця	8	0	0	0
8.Яблучний порошок	0	0,8	1	1,2
9.Банановий порошок	0	0,54	0,67	0,8
10.Морквяний порошок	0	0,64	0,8	0,96
11.Лимонний порошок	0	0,12	0,16	0,2
12.Вода	76	92	90	88
Вихід готового продукту:	**100**	**100**	**100**	**100**

З метою обґрунтування раціональних концентрацій сировинних компонентів розроблених модельних харчових композицій та технології приготування готового питного сніданку, проведено їх органолептичну оцінку (табл. 2).

Таблиця 2 – Органолептична оцінка готової продукції з використанням харчової композиції з рослинної сировини та контролю, бали

Виріб	Показники					
	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Запах	Смак	Загальна органолептична оцінка
Коефіцієнт вагомості	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	1
Контроль	4,3	4,2	4,2	4,5	4,7	4,4
Дослід 1	4,3	4,2	4,4	4,4	4,4	4,3
Дослід 2	4,4	4,3	5,0	4,5	4,9	4,6
Дослід 3	4,3	4,2	4,0	4,4	4,3	4,2

За результатами органолептичної оцінки модельних харчових композицій зразків питного сніданку встановлено, що усі дослідні зразки порівняно із контролем мають кращі смакові властивості та більш рідку консистенцію. Консистенція контролю є більш густою і щільною. Найвищу органолептичну оцінку отримав дослід № 2 (4,6 бали) з консистенцією середньої густини, що є оптимальною для вживання його як напою. Згідно результатів органолептичної оцінки, можна зробити висновок, що рекомендоване співвідношення сухої суміші харчової композиції та води становить 1 : 9.

За показником «Смак» дослід №2 на 0,2 од. (4,9) перевищив значення контролю (4,7), що пояснюється введенням до складу оптимальної кількості суміші харчових рослинних порошків яблука, банану, моркви та лимону.

Відпрацьовано технологію приготування сухої суміші з рослинних компонентів, які дозуються відповідно до рецептури, з'єднуються і добре перемішуються для рівномірного їх розподілення по всій масі суміші та фасують. Розроблена технологія приготування сухої суміші для питного сніданку не потребує додаткових технологічних прийомів обробки таких, як подрібнення чи просіювання. Отримана суміш готова до використання.

Використовують композицію сухої суміші для приготування готового продукту «Питний сніданок. Спорт» шляхом змішування з

гарячою водою (температура 80 °С), перемішування, настоювання та повторного перемішування.

Для приготування питного сніданку в якості рідкої основи обрано воду, оскільки вона обов'язковим елементом раціону харчування. Усі біохімічні реакції, що проходять в організмі людини і пов'язані з процесами травлення та засвоєння поживних речовин, відбуваються у водному середовищі.

Для питного сніданку воду нагрівають до температури 80°С, оскільки більш висока температура призведе до руйнування частини біологічно-активних речовин, тим самим зменшиться харчова та біологічна цінність готового продукту. Після змішування з гарячою водою суміш рекомендується настоювати протягом декількох хвилин для отримання необхідної консистенції продукту, що пов'язано із набряканням клітковини.

При настоюванні має місце процес переходу сухих речовин у водний розчин. З метою визначення тривалості настоювання досліджено динаміку зміни вмісту сухих речовин у готовому продукті в залежності від часу настоювання, яка наведена на рис. 1.

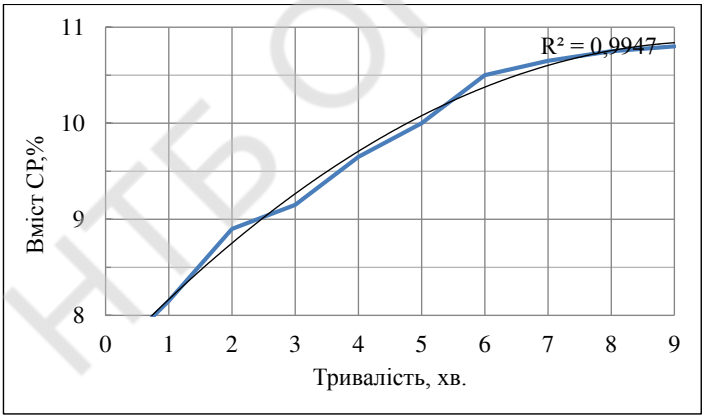


Рис. 1. Вплив тривалості настоюванні на вміст сухих речовин у готовому продукті «Питний сніданок. Спорт»

Виходячи з динаміки, зображеної на рис. 1, можна зробити висновок, оптимальною для отримання готового продукту є тривалість настоювання продукту 5…7 хв.

НТБОНХТ

Розроблено технологічну схему приготування сухої суміші і готового продукту «Питний сніданок. Спорт» (рис. 2).

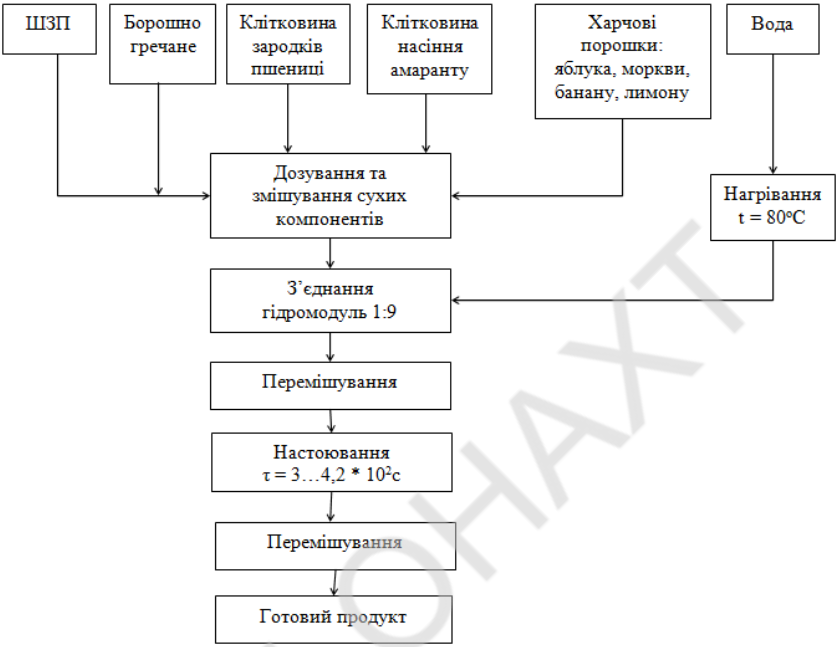


Рис. 2. Технологічна схема приготування сухої суміші та готового продукту «Питний сніданок. Спорт»

Запропонований склад сухої суміші для продукту «Питний сніданок. Спорт» дозволяє отримати готовий продукт із підвищеним вмістом біологічно-активних речовин – незамінних амінокислот, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин, а також розширити асортимент швидких сніданків вітчизняного виробництва. Для приготування готового продукту, в якості рідкої основи, можна використовувати також натуральні соки і кисломолочні продукти.

Розділ 4. Якість розробленої продукції

До властивостей харчових продуктів відносять органолептичні показники, харчову та біологічну цінність, мікробіологічну та хімічну безпеку. Контроль якості продукції ресторанного господарства включає в себе контроль органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників.

НТБОНАХТ

Для здійснення контролю якості нової продукції нами були розроблені характеристики основних органолептичних показників для продукту «Питний сніданок. Спорт» на основі розробленої харчової композиції сухої суміші, приготованої на воді (табл. 3).

Таблиця 3 – Органолептична оцінка продукту «Питний сніданок. Спорт»

Показники	Вимоги до якості		Коефіцієнт вагомості	Оцінка контролю	Оцінка досліду
	Контроль	Дослід			
Зовнішній вигляд	Однорідна маса без грудочок, поверхня гладка	Напій середньої густини із включеннями дрібних частинок сухої суміші	0,2	4,3	4,4
Колір	Злегка жовтуватий	Морквяно-оранжевий, із вкрапленням білих частинок шроту	0,1	4,2	4,3
Смак	Смак солодкий	Приємний, добре виражений	0,3	4,7	5,0
Запах	Аромат суниці	Аромат фруктів	0,1	4,5	4,5
Консистенція	Середньої густини, желеподібна	Середньої густини	0,3	4,4	4,9
Середня оцінка			**1**	**4,4**	**4,6**

Дослідний зразок питного сніданку отримав середню оцінку 4,6, що на 0,2 бали вище за контрольний (4,4); підвищені смакові та ароматичні властивості дослідного зразку пов'язані з додаванням яблучного, бананового,морквяного та лимонного порошків.

Визначено хімічний склад харчового продукту «Питний сніданок. Спорт» (табл. 4) [15].

Виходячи з добової потреби нутрієнтів для організму людини, рекомендовано для приготування продукту «Питний сніданок. Спорт» використовувати 30 г сухої суміші. Відповідно, вихід готового продукту буде складати 300 г. Споживання такого об'єму порції забезпе-

чить надходження необхідної кількості поживних речовин, а також створить відчуття ситості.

Таблиця 4 – Хімічний склад продукту «Питний сніданок. Спорт», на 100 г готового продукту

Показник	Добова потреба, г	Кисіль білоруський (контроль), г	Забезпечення добової потреби, %	Питний сніданок. Спорт (дослід), г	Забезпечення добової потреби, %
Білки	60	1,79	2,98	1,76	2,93
Жири	50	1,55	3,1	0,66	1,32
Вуглеводи	300	30	10,0	6,02	2,01
Харчові волокна	20	1,13	5,65	3,29	16,44
Вітаміни					
Вітамін Е, мг	15	0,42	2,8	0,43	2,87
Вітамін B_1, мг	1,5	0,102	6,8	0,11	7,53
Вітамін B_2, мг	1,8	0,029	1,61	0,04	2,33
Вітамін B_6, мг	2,0	0,065	3,25	0,08	4,2
Вітамін РР, мг	15	0,292	1,95	0,56	3,73
Вітамін С, мг	60	3,0	5,0	3,10	5,2
Мікро- та макроелементи					
Калій, мг	2500	91,88	3,68	92,9	3,72
Кальцій, мг	1000	16,0	1,6	16,14	1,61
Фосфор, мг	800	55,41	6,93	55,9	6,99
Магній, мг	400	32,9	8,23	33,1	8,28
Залізо, мкг	17	0,96	5,65	0,98	5,76
Цинк, мкг	12	0,096	0,8	0,63	5,28
Селен, мкг	60	0,02	0,033	3,96	6,6

Розрахунок комплексного показника якості

Для загальної оцінки якості продукту необхідно розрахувати комплексний показник якості [3]. Одиничними показниками якості обрано показники вмісту харчових волокон, цинку, селену, вітамінів РР та групи В, а також, органолептична оцінка. Вищевказані показники мають велике значення для надання продукту, який позиціонується як питний сніданок, поживних та корисних властивостей. За результа-

ПРОЕКТ

тами проведених розрахунків побудовано модель якості розробленого продукту (рис. 3).

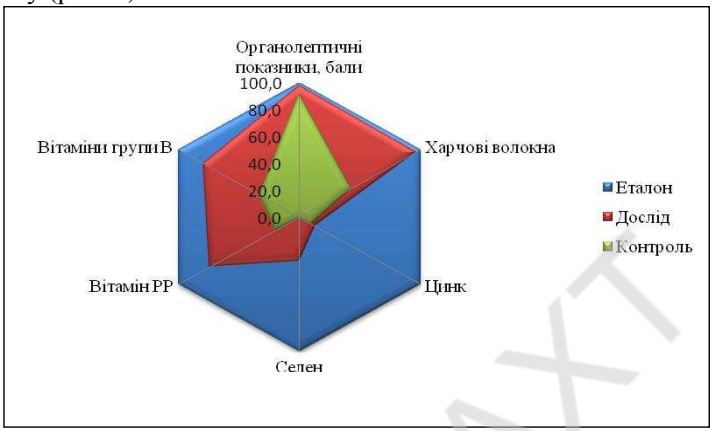


Рис. 3. Модель якості продукту «Питний сніданок. Спорт»

Отже, розроблена харчова композиція з рослинної сировини дозволяє отримати готовий продукт «Питний сніданок. Спорт» з підвищеним вмістом біологічно-активних речовин – незамінних амінокислот, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин. Розроблена технологія сприятиме розширенню асортименту швидких сніданків вітчизняного виробництва.

Розділ 5. Впровадження технології питних сніданків, їх соціально-економічна ефективність та конкурентопридатність

Запропонована технологія питних сніданків з використанням харчової композиції з рослинної сировини дає новий результат: дозволяє отримати продукт з покращеними смаковими властивостями, підвищеною біологічною цінністю (з підвищеним вмістом макро- та мікроелементів), без вмісту цукру. Соціальний ефект від впровадження розроблених питних сніданків полягає у забезпеченні населення продуктами оздоровчого харчування підвищеної харчової та біологічної цінності.

Експериментально підтверджено, що якість дослідного зразку не поступається контрольному. Так, комплексний показник якості розробленого продукту (69 од.) майже у 2 рази перевищив показник якості контрольного зразку (36 од.).

НУХТ

Розраховано комплексний показник конкурентопридатності (КПК) продукту «Питний сніданок. Спорт». За результатами проведених розрахунків побудовано модель конкурентопридатності розроблених виробів. КПК визначали за чотирма показниками: комплексний показник якості; рівень собівартості продукції, рівень задоволення потреб споживачів, патентна захищеність. Результати розрахунків КПК наведено у табл. 5.

Таблиця 5 – Результати розрахунку комплексного показника конкурентопридатності продукту «Питний сніданок. Спорт»

Показник	Коефіцієнт вагомості, m, од	Еталон	Контроль	Дослід
Комплексний показник якості	0,43	100	36	69
Рівень собівартості	0,24	100	100	160,6
Патентна захищеність	0,15	100	33	67
Рівень задоволення потреб споживачів	0,18	100	50	82
Сума	1			
Комплексна оцінка конкурентопридатності				
	Показники конкурентопридатності			
Комплексний показник якості	$к_1$	43	15,48	29,67
Рівень собівартості	$к_2$	24	24	38,5
Патентна захищеність	$к_3$	15	5	10,1
Рівень задоволення потреб споживачів	$к_4$	18	9	14,8
Комплексний показник конкурентопридатності, од.		**100**	**53,48**	**93,07**
Характеристика конкурентопридатності продукції		Високоперспективна продукція	Малоперспективна продукція	Перспективна продукція

НТБ ОНАХТ

За результатами проведених розрахунків побудовано модель якості розробленого продукту (рис. 4).

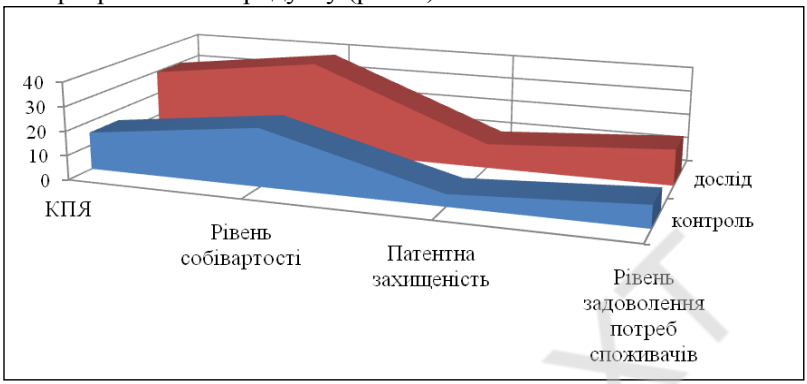


Рис. 4. Модель конкурентопридатності продукту «Питний сніданок. Спорт»

Отже, готовий продукт «Питний сніданок. Спорт», приготований з сухої суміші, може бути рекомендований для раціонів харчування усіх верств населення, як сніданків, так і перекусів, а також для використання у лікувально-профілактичному харчуванні, оскільки сприяє збільшенню м'язової маси тіла; нормалізує рівень холестерину; очищує організм від радіонуклідів, важких металів; сприяє нормалізації артеріального тиску; не містить швидко засвоюваних вуглеводів (цукру). Розроблену технологію питного сніданку з використанням харчової композиції з рослинної сировини було впроваджено в ресторані «PIANO».

Висновки

Розроблено та науково обґрунтовано технологію харчової композиції для питних сніданків з використанням шроту зародків пшениці, клітковини зародків пшениці і насіння амаранту, фруктово-овочевих порошків; визначено оптимальні співвідношення компонентів для приготування харчової композиції; встановлено параметри технологічного процесу приготування готового продукту; надано рекомендації щодо об'єму порції для вживання.

Проведено комплексну оцінку якості розробленої продукції: комплексний показник якості готового продукту «Питний сніданок. Спорт» збільшився відносно контролю на 191%.

Розроблено нормативно-технічну документацію, технологічні карти на готовий продукт «Питний сніданок. Спорт» з різними рідки-

ми основами (води, йогурту, соку). Подано заявку на одержання деклараційного патенту України на корисну модель «Харчова композиція сухої суміші для продукту «Питний сніданок. Спорт».

Розроблену технологію питного сніданку з використанням харчової композиції з рослинної сировини впроваджено в ресторані «PIANO».

Таким чином, запропонована технологія питних сніданків з використанням харчової композиції з рослинної сировини на різних рідких основах дозволяє отримати продукти з покращеними смаковими властивостями, підвищеною біологічною цінністю, без вмісту цукру. Соціальний ефект від впровадження розроблених питних сніданків полягає у забезпеченні населення продуктами оздоровчого харчування підвищеної харчової та біологічної цінності.

Список використаних літературних джерел

1. Карпенко П.О. Основи раціонального та лікувального харчування: навч. посіб. / П.О.Карпенко, С.М.Пересічна, І.М.Грищенко. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. – 504 с.

2. Серенко А.А., Вітряк О.П., Ткаченко Л.В. Питні сніданки з рослинної сировини. // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, присвячена 50-річчю заснування ХДУХТ, 6 квітня 2017 р. : [тези у 2-х ч.]. – Харків: ХДУХТ, 2017. – Ч. 1. – С. 48-49.

3. Пересічний М.І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення [Монографія] / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Д.В. Федорова, О.В. Кандалей, С.М. Пересічна, О.В. Шевченко, А.Б. Собко / Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2010. – 718 с.

4. Капрельянц Л.В. Функціональні харчові продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.

5. Дудкин М.С., Данилова Е.И., Решта С.Л. Использование биологически активных добавок из побочных продуктов зерновых пищевых производств в составе функциональных продуктов питания. Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. 2002. № 24. С. 113-116.

6. Снєжкін Ю.Ф. Технологія отримання функціональних рослинних порошків / Ю.Ф. Снєжкін, Ж. О. Петрова // Харчова промисловість. – 2011. – № 10, 11. – С. 133-138.

7. Снєжкін Ю. Ф. Функціональні порошки з рослинної сировини / Ю. Ф. Снєжкін, Ж. О. Петрова, В. М. Пазюк // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : збірник матеріалів 2-го Міжнародного конгресу (Львів, 19–22 вересня 2012 року) / Львівська облдержадміністрація, Національний університет "Львівська політехніка", Західний науковий центр НАН України і МОН молоді та спорту України, Всеукраїнська екологічна ліга. – Львів, 2012. – С. 98.

8. Патент №104264UA, МПК A23L 1/10 (2006.01), A23L 1/29 (2006.01) «Сніданок академіка Рибалки» / Рибалка О.І., Моргун Б.В., Починок В.М., власник Інститут фізіології рослин і генетика НАН України. – № u201505186; заявл. 27.05.2015; опубл. 25.01.2016. Бюл. № 2, 2016 р.

9. Патент №48958 UA, МПК A23L 1/18 (2009) Композиція екструдованого сухого сніданку «Рослинка» / Мардар М.Р., Валевська Л.О., власник Одеська національна академія харчових технологія. № u200911018; заявл. 02.11.2009; опубл. 12.04.2010. Бюл. №7, 2010 р.

10. Патент №42574 UA, МПК A23G 3/00 (2009) Сухі сніданки функціональні / Сирохман І.В., Гирка О.І., Ковбаса В.М., Кияниця С.Г., власник Національний університет харчових технологій, Львівська комерційна академія Укоопспілки. – № u200901579; заявл. 24.02.2009; опубл. 10.07.2009. Бюл. №13, 2009 р.

11. Беляєва А.М. Збірник технологічних карт на страв та кулінарні вироби для закладів ресторанного господарства / Беляєва А.М. – К.: Ігнатекс-Україна, 2012. – 1248 с.

12. Петрова Ж.А. Інноваційні технології отримання функціональних рослинних порошків // Збірник наук. праць Вінницького нац. аграр. університету. – 2012. – Вип. 11, Т. 2. – С. 351–355.

13. Бичков Я. М. Способи отримання сухих порошків з рослинної сировини / Я. М. Бичков, Т. І. Дмитрюк // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. – 2014. – Вип. 46(1). – С. 204-208.

14. Заявка на одержання деклараційного патенту України на корисну модель. Харчова композиція сухої суміші для продукту «Питний сніданок. Спорт» [текст] / Вітряк О.П., Ткаченко Л.В., Серенко А.А., Булах Л.В., Булах І.С.; власник КНТЕУ. № u201802062. Заявл. 28.02.2018.

15. Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов / Скурихин И.М. – М.: «Легкая и пищевая промышленность», 2002. – 252 с.

A PROMISING TECHNOLOGY FOR MAKING BITTER TINCTURES FROM AMARANTH

Author – Zhunusova M.
Supervisor – Ibraimova S.
Almaty Technological University

The purpose of scientific research technology development and commodity characteristics of bitter tincture with the use of extracts from various plant organs of the Amaranth family (amarantsseae) in connection with the task in view was carried out in full.

The author carried out a number of studies:

1. The use of plants of the family amaranth (paniculate and grain) in the production of bitter tinctures in the form of aqueous extracts from renewable organs (leaves, branches or stems) is grounded;

2. The choice of basic and auxiliary raw materials in the technology of strong bitter infusions is justified taking into account the extraction of biologically active substances by different combinations of aqueous solutions;

3. A resource-saving technology for obtaining extracts from individual plant organs of the amaranth /

The developed technology of bitter tincture from different amaranth organs of new varieties of bitter infusions with the common name "Almatinskaya" can be used as medicines, because Previously, amaranth was tested for toxicity and does not cause any doubt.

Recipe is shown for new varieties of strong bitter infusions with the addition of water-alcohol extracts from plants of the amaranth family that can be offered to small enterprises in Kazakhstan.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРЬКОЙ НАСТОЙКИ ИЗ АМАРАНТА

Автор – Жунусова М. М.
Руководитель–Ибраимова С. Е.
Алматинский технологический университет

Введение

Считается, что горькая настойка – исконно русский напиток, который своим возникновением обязан лекарственным настоям на различных целебных травах. Сырьевые ресурсы Казахстана богаты многообразием видов дикорастущих растений, многие из которых обладают ярко выраженным физиологическим действием на организм человека. В группу растений, обладающих адаптогенным и тонизирующим действием, входят широко известные растения семейства амарантовых. Препараты из растений семейства амарантовых являются адаптогенами, то есть повышают сопротивляемость организма к неблагоприятным воздействиям. В настоящее время с их использованием выпускают кондитерские и хлебобулочные изделия и др. Однако, для получения этих продуктов используют в основном семена и стебли растений, а органы, являющиеся возобновляемым сырьем – корни не применяются.

Целью научной работы явилась разработка технологии и товароведная характеристика горькой настойки с использованием экстрактов из различных органов растений семейства Амарантовых (amarantsceae).

В **соответствии с целью решали следующие задачи**:

- разработать ресурсосберегающую технологию получения экстрактов из отдельных органов растений семейства амарантовые.

Научная новизна работы;

- впервые научно обоснована технология горьких настоек из возобновляемых органов (ветвей, стеблей и листьев) растений семейства амарантовые;

- научно обосновано применение горьких настоек из ветвей амарантовые в приготовлении настоек горьких, содержащих биологически активные вещества общеукрепляющего действия с выраженными адаптационными и антиоксидантными свойствами;

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Характеристика исследования

Растение амарант относится к семейству амарантовых и представляет собой разновидность двудольного травянистого растения. Амарант принадлежит к роду Amaranthus, семейству Амарантовых, включающему в себя более 60 родов и около 800 видов. [1]

Растения достигают 2-3 м высоты и до 8-10 см толщины, весом обычно 3-5 кг, а отдельные – до 30 кг. Листья крупные, продолговато-

эллиптические с длинными черешками, клиновидные *у* основания и острые к верхушке. Соцветие амаранта – полуметровая метелка разной формы и плотности. Семена мелкие, масса 1000 семян – 0,45-0,9 г. По цвету семена бывают белые, розоватые, коричневые и черные, по форме округлые с гладкой блестящей поверхностью. Каждая метелка имеет до 0,5 кг семян (на рисунке 1).

Одним из основных преимуществ семян амаранта перед другими традиционными культурами является высокое содержание легкоусвояемою белка (16-20%) со сбалансированным соотношением аминокислот и масла (6-8%) *с* высокой концентрацией ненасыщенных жирных кислот, содержащего биологически активные компоненты: жирорастворимые витамины, фитостсролы, антиоксиданты, сквален [1].



Рис. 1. Амарант зерновой формы Edulis и Cruentus

Витаминный комплекс в семенах амаранта, локализуется в основном в зародыше семян, однако, за исключением рибофлавина, эти соединения содержатся в более низкой концентрации, особенно тиамин, чем в других зерновых культурах, например, в пшенице, рисе, овсе (таблица 1) [1].

Каротины в липидах семян амаранта содержатся в количестве 0,45-1,12 мг, уровень фитина ниже, чем у пшеницы, риса, овса.

Таблица 1 – Содержание витаминов в зерне различных культур (мг/100 г)

Компоненты	Амарант	Пшеница	Рис(зерно)	Овес
Тиамин	0.10	0.54	0.34	*0,67*
Рибофлавин	0,21	0,12	0.07	0,13
Ниацин	1,31	4,19	4,00	1,78
Фитин	0,57	1,14	0,89	0,78-1.01

Семена амаранта характеризуются повышенной зольностью и содержанием минеральных веществ. Установлено, что уровни кальция, фосфора и магния в них выше, чем в других злаковых. Содержатся они, в основном, в оболочке, за исключением фосфора, который локализуется преимущественно в зародыше. Такие элементы, как железо и медь, сконцентрированы также в зародыше, а кальций, натрий и марганец – в оболочке семян , их содержание составляет (мг/100 г): Са-187: Р – 455; M_g -288; Zn – 3,8; Си – 0,9); Na – 32; К – 420 [1].

Ценность белка семян зависит от присутствия в нем токсических и антипитательных веществ, таких как ингибиторы пищеварительных ферментов, В семенах амаранта содержание таких веществ (ингибитора трипсина, танинов) невелико (0,062) . Так, танинов содержится в семенах амаранта более чем в три раза меньше, нем у пшеницы (0,06 % против 0,2 % у пшеницы), причем тем неокрашенным разновидностям амаранта присуще более высокое содержание танина, чем свет-.неокрашенным [1].

Углеводы амаранта. Углеводы – основной источник энергии для организма человека – в рационе питания человека углеводы составляют более 70%. Основным представителем углеводов в питании является крахмал [2, 3].

Крахмал – главный компонент семян амаранта. Углеводная часть семян амаранта содержит до 69% крахмала, около I % сахарозы и очень малые количества фруктозы, глюкозы, раффинозы, стахиозы и мальтозы (таблица 2).

Содержание моно- и дисахаридов у амаранта зависит от сортовых особенностей, условий выращивания и может существенно меняться (2,13-4,85%), что значительно выше, чем, например, в пшенице (0,50-1,1%), рисе (0,40%), в гречке (1,80%), кукурузе (1,07%).

Таблица 2 – Содержание сахаридов в семенах амаранта

Виды семян амаранта	сахароза	Фруктоза	глюкоза	раффиноза	стахиоза	Мальтоза
A. Hypochjndriacus	1.95	-	-	*0,76*	0,10	0,18
A. Cruentus	1.83	-	-	0,82	0.13	0,02
A.edulis	1.35	-	-	0,45	0.02	022
A. Cruentus	0,74	0,05	0.57	0.28	-	
A. Hypochjndriacus	0.59	0,05	0,11	0,42	-	-
A.hybridus	0,87	0,13	0.67	0.27	-	-

1.2. Пищевое, диетическое, лекарственное, фармакологическое и кормовое применение амаранта

Пищевые продукты, из смешанной муки пшеницы и амаранта отличаются более высоким качествами, но из-за высокой цены зерно амаранта используется обычно как добавка к хлебобулочным изделиям, улучшая их питательные свойства. Перспективным является также использование зерна амаранта для производства масла, уникального по жирно-кислотному составу и наличию целого ряда биологически активных компонентой. Содержание масла в зерне амаранта составляет от 4 до 8,1 %. По своему составу амарантовое масло ближе всего к кукурузному или хлопковому. Содержание в нем основных жирных кислот составляет: линолевая – 37-62 %, олеиновая – 19-35 %, пальмитиновая – 12-25 % и стеариновая – 2,0-2.5 % Некоторые сорта амаранта содержат до 8-10 % сквалена. Сквален является важным компонентом косметических средств и используется в технике. Настоящим источником сквалена является жир акул и китов. Масло, полученное из семян амаранта, обладает противоожоговым и ранозаживляюшим действием, способствует заживлению язвы желудка. Это свидетельствует о значительном лечебно-профилактическом антиульцерогенным действии амарантового масла и даст возможность использовать его не только в гастроэнтерологии, но и для профилактики других заболеваний. Кроме того, установлено что масло амаранта не содержит холестерин и может быть использовано как диетический продукт. Регулярное употребление амарантового масла замедляет старение организма, улучшает память [4].

Надземная часть амаранта, обладающая антибактериальным действием, используется в виде отваров для лечения простудных заболеваний.

1.3. Характеристика производства горьких настоек

Горькая настойка – это полуфабрикат, приготовленные настаиванием ароматического сырья в растворах крепостью от 40% до 90%. С экстрактами извлекается 75-95% экстрактивных веществ и эфирных масел от содержания их в исходном сырье. При изготовлении спиртованных настоев (экстрактов) используются органы различных растений: корни (аир, левзея), ветви (вишня), листья (мята, мелисса), почки (береза, сосна), цветы (липа, ромашка) [5].

Горькие настойки представляют собой вытяжки из свежего или сушенного плодово-ягодного сырья. Используемое растительное сырье является источником различных биологически активных веществ [8]. Для достижения наиболее полного и быстрого извлечения экстрактивных веществ создаются оптимальные условия: степень измельчения сырья, его физиологическое состояние, концентрация спирта в растворителе, частота перемешивания, температура и время настаивания. Полученные настойки используют в напитках вместе или по отдельности [6].

Горькие настойки изготавливают из свежих плодово-ягодных и спирта-ректификата высшей очистки (25%). При получении спиртованных соков извлекается до 60-75% экстрактивных веществ сырья [7].

Мы считаем, в связи с этим, что цель настоящего исследования – разработка технологии крепких горьких настоек с добавками в виде экстрактов из растений семейства амарантовые (метельчатый и зерновая) является актуальной. Все это и явилось предпосылкой к проведению исследований, направленных, на разработку технологии новых горьких настоек натуральных и оригинальных по вкусу и аромату.

Глава 2. Организация эксперимента и методы исследований

Исследования проводились в Алматинском технологическом университете (АТУ), в Испытательной производственно-технологической лаборатории ТОО «Алиби», АИЛ «Пищевая безопасность» при АТУ.

НТБ ОНАХТ

2.1 Объекты исследований

В качестве объектов исследований были использованы экстракты спиртовые из различных органов растений семейства амарантовые (amarantsceae) (корни, ветви, стебли, листья). При заготовке сырья – корней, ветвей и листьев использовали лишь 5-10 летние экземпляры растений.

В качестве вспомогательных компонентов при приготовлении напитков были использованы: Мед натуральный, соответствующий ГОСТ 19792 (закуплен у частных лиц, Алматинская область, Казахстан). Вода питьевая, соответствующая ТР ТС 021/2011. Полуфабрикаты – морс шиповника и настой листьев яблони.

Предметом исследования явилась разработанные новые горькие настойки «Алматинская», которые соответствовали ГОСТ Р 52192-2003.

2.2 Методы исследований

Определение показателей качества сырья и готовых горьких настоек проводили согласно действующей нормативной документации.

Определение красящей способности сахарного колера, содержание сухих веществ проводили согласно ТУ 10-04-06-67-87. Влажность меда и содержание сухих веществ определили по ГОСТ 19792-2001. Определение показателей качества готовых настоек – физико-химических и органолептических характеристик – проводили по ГОСТ 51135-98, ГОСТ 52522-2006. Определение ртути по ГОСТ 26927-86. Определение свинца по ГОСТ 26932-86. Определение безопасности и пищевой ценности сырья и готовых продуктов проводили согласно СанПиН 2.3.2. 1078-01.

Определение суммы флавоноидов в растительном сырье и готовых настойках

Количественное определение суммы флавоноидов проводили согласно ГОСТ 21908-93. При этом аналитическую пробу растительного сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 1 мм. 1 г. измельченного сырья помещали в коническую колбу объемом 100 мл и добавляли 50 мл этилового спирта западной концентрации. Колбу встряхивали и взвешивали (погрешность составляла = 0,01 %), ставили на обратный холодильник и нагревали 1,5 ч (с момента закипания). Далее охлаждали до комнатной температуры и извлечения фильтровали, отбрасывая первые 10 мл.

1 мл фильтрата (или экстракта или напитка) помещали в мерную колбу на 50 мл и добавляли 4 мл раствора аммония хлорида с массовой долей 2 % в этиловом спирте (объемной долей солей 15 %), объем доводили до метки тем же спиртом, перемешивали. Через 30 мин измеряли оптическую плотность при 400 нм, в кисте толщиной 1 см.

Определение содержания экстрактных веществ в отдельных органах растений семейства Амарантовые проводили согласно традиционной методике.

Исследование состояние антиоксидантной системы определяли по активности ферментов – супероксиддисмуктазы, глютатиопредуктазы и каталазы. Активность фермента супероксиддисмутазы – по способности ингибировать восстановление нитротетразолия синего (Haghighi, Wei, 1990). Для этого в кювету на 3 мл сливали фосфатный буфер (pn=7,46), нитротетразолий синий, приготовленный на смеси вода-тетрагидрофуран (1:1), водный раствор феназинметасульфата, раствор НАДН и исследуемого аликвоту, Смесь фотоиетрировали в течение 5-7 минут при 535 нм. Активность глутатионредуктазы определяли по скорости убывания НАДН (Bergmyer, 1970). Для этого в кювету на 3 мл сливали трис-буфер (pn=5,7), 0,1 мл определяемой пробы, раствор НАДН, раствор глутатиона окисленного. Скорость убывания НАДН регистрировали при 340 нм. При определении активности каталазы (Коровок и др, 1988) к 0,1 мл исследуемого раствора добавляли 2 мл 0,03% H_2O_2. Через 10 минут добавляли молибдат аммония и интенсивность развившейся окраски измеряли при 410 нм. В холостой пробе использовали 0,1 мл H_2O.

Каталазный показатель рассчитывали по формуле:

$$E= (A_{хсп} - A_{оп})* 0,1*T*K.$$

где К – коэффициент равный 22,2 10^9;
$A_{хсп}$ – экстинция холостой пробы;
$A_{оп}$ – экстинция опытной пробы;
T- время инкубации в секундах.

Глава 3. Обоснование использования сырья для получения новых видов горьких настоек

Как показано в обзоре литературы (глава 1), в настоящее время разнообразие ассортимента ликероводочных изделий создается за счет использования новых видов растительного сырья [1]. В качестве

таких растений нами были отобраны растения семейства Амарантовые (Amarantscae).

Показатели качества воды, используемой в нашей работе, после исправления соответствовали требованиям ГОСТ 2874-82 и СанПиН 2.1.4.1074-01 (Таблица 3).

В качестве вспомогательного сырья при производстве горьких настоек был использован мед натуральный, органолептические и физико-химические характеристики которого соответствовали ГОСТ 19792-2001 «Мед натуральный» (таблица 4). При производстве алкогольных напитков в основном используется липовый мед, имеющий характерный сильный принятый аромат липы и светло-янтарный цвет.

Таблица 3 – Показатели качества исправленной воды

Показатель	Единица измерения	Согласно СанПиН, не более	Согласно ГОСТ 2874-82	Исправленная вода
Органолептические показатели:				
Запах при температурах 20°С и 60°С	Баллы	2,0	2,0	0
Вкус и привкус при температуре 20°С	Баллы	2,0	2,0	0
Мутность по стандартной шкале	Мγ/л	1,5	1,5	1,0
Цветность	Градусы	20,0	20,0	-
Микробиологические показатели:				
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	отсутствуют	Не обнаружены	
Термотолерантные бактерии	Число бактерий в 100 мл	отсутствуют	Не обнаружены	
Общее микробное число	Число КОЕ в 1см^3	Не более 50	4,0	

НТБОИХТ

Таблица 4 – Органолептические и физико-химические показатели меда

Наименования показателя	Характеристика и значение меда (ГОСТ 19792-2001)	Исследуемый мед
Аромат	Приятный, от слабого до сильного, без постороннего	Соответствует
Вкус	Сладкий, приятный, без постороннего привкуса	Соответствует
Массовая доля воды, % не более	21	18
Массовая доля редуцирующих сахаров % не менее	82	86
Механические примеси	Не допускается	Отсутствует
Признаки брожения	Не допускается	Отсутствует

3.1. Разработка технологии горькой настойки из органов растений семейства амарантовые

Для изготовления экстрактов, содержащих наибольшую концентрацию биологически активных веществ, были использованы разные разные органы растений семейства амарантовые: корни, листья и ветви (или стебли). Мы ориентировались на то, что выбранное сырье должно быть экономически выгодным. Традиционным и наиболее употребляемым сырьем из растений исследуемого семейства являются корни [3]. Однако их количество в сравнении с массой всего растения невелико.

Содержание сухих веществ и экстрактах, полученных из растений семейства амарантовые, представлено на рисунке 2.

В экстрактах из амарантовых определяли содержание основного функционально значимого биологически активного компонента – сапонина, состоящего из трех форм – А, В, С, (таблице 5).

Из таблицы 5 следует, что все органы изученных растений содержат функционально значимые компоненты – сапонины, поэтому мы продолжили работы по исследованию экстрактов разных органов растений семейства амарантовых.

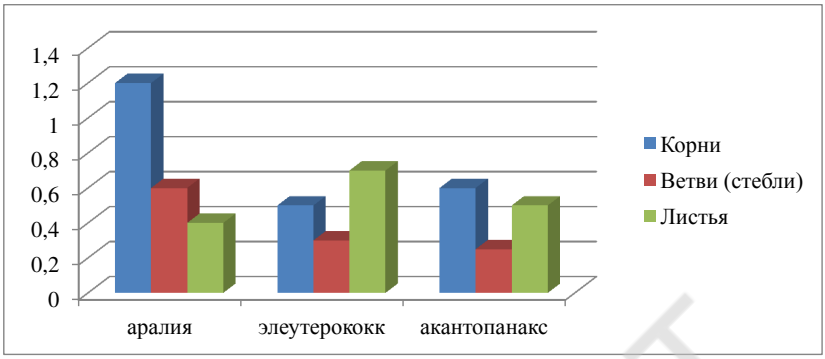


Рис. 2. Содержание сухих веществ в экстрактах их растений семейства амарантовые

Таблица 5 – Содержание сапонинов в различных органах амарантовых (в мг/100 мл)

Растение	Корни	Стебли	Листья
Амарант метельчатый	210,0±10	207,0±5	297,0±7
Амарант зерновой	252,0±6	280,0±10	232,0±8

Для увеличения выхода биологически активных веществ применяют разные варианты экстрагирования их из сырья. В нашей работе для приготовления заданных экстрактов выбрали, как способ экстрагирования – мацерацию, экстрагенты – разные комбинации очищенной воды и этанола.

Для определения оптимального соотношения этанола и воды к смеси для экстрагирования биологически активных веществ аралии были проведены эксперименты – получены экстракты амаранта с использованием разных концентрации этанола (растворы 40%, 50%, 60%, и 70% спирта). Количество экстрагированных веществ, при разных концентрации комбинированных растворов, оказалось существенно различным. Данные исследований приведены в таблице.

В полученных экстрактах отдельных органов амаранта проводили исследование биологически активных веществ. Для амаранта это – флавоноиды (таблица 6).

РГБОУ ВО КемТИПП

Таблица 6 – Содержание флавоноидов в экстрактах из различных органов амаранта

Показатель	Органы аралии		
	Корни	Ветви	Листья
Флавоноиды (мг/100 мл)	50,00	24,01	61,02

При исследовании биологически активных веществ новых настоек горьких «Алматинская» методами качественного анализа было показано, что они содержат флавоноиды.

Общее количество флавоноидов в настойках горьких серии «Алматинская» составило: настойка с экстрактом из амаранта 0,288 мг/100 мл.

В результате нами был сделан выбор основного сырья для производства горьких настоек –вода. В настоящей работе мы использовали воду. Принципиальная технологическая схема представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Принципиально-технологическая схема получения экстрактов

Для получения горьких настоек свойство общеукрепляющего действия с выраженными антиоксидантными действиями была обоснована и разработана технология водно-спиртовых экстрактов из разных органов растений семейства амарантовых. Были получены экстракты из различных органов растений семейства амарантовых:

корней, стеблей (ветвей) и листьев. Исследования показали, что наряду с экстрактами из корней растений, экстракты из возобновляемых веществ (флавоноидов). Данный факт позволяет использовать надземные органы растений (ветви или стебли и листья) в производстве горьких напитков.

Глава 4. Оценка качества и безопасности горькой настойки из амаранта

4.1. Товароведная оценка качества горьких настоек с экстрактами из листьев амаранта

В процессе исследования настоек с растительными экстрактами особое внимание было уделено изучению физико-химических и органолептических характеристик, при этом продукты оценивали по потребительским свойствам.

По содержанию токсичных элементов настойка горькая соответствовали требованиям. Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований. Данные представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели токсичных элементов в настойках горьких

Наименование вещества (элемента)		Допустимый уровень его содержания, мг/л, не более	Показатель в напитках
Токсичные элементы	Свинец	0,3	отсутствует
	Мышьяк	0,2	отсутствует
	Кадмий	0,03	отсутствует
	Ртуть	0,005	отсутствует

Пищевая ценность настоек горьких обуславливалась присутствием в их составе меда и этанола. Расчетным путем было определено содержание углеводов в 100 мл напитков, что составило 1,2 г. Энергетическая ценность настоек горьких определялись по формуле пересчета спиртуозности на калорийность продукта. Согласно расчету энергетическая ценность настоек горьких составила – 196 ккал.

4.2. Органолептическая экспертиза настоек горьких «Алматинская»

Для установления органолептических характеристик нового изделия использовали профильный метод, который позволяет получить полное сенсорное описание продукта. Сложное понятие органолептиче-

ских свойств представляли в виде совокупности простых составляющих (дескрипторов), которые оценивались по интенсивности проявления. Для органолептического анализа настоек горьких «Алматинская» предусматривали следующие главные показатели: цвет, вкус, аромат. Профили для горьких настоек «Алматинская» указаны в таблице 8.

Таблица 8– Профили для горьких настоек «Алматинская»

Профиль	Дескрипторы
Цвет	Темно-коричневый, красно-коричневый, янтарный, золотисто-коричневый, красноватый
Вкус	Жгучий, растительный, древесный, смолистый, горьковатый
Аромат	Смолистый, медовый, растительный, спиртовой, освежающий

При выполнении профильного анализа использовали шкалу для оценки интенсивности дескрипторов свежеприготовленных образцов настойки. Все отметки, сделанные дегустатором на графических шкалах, последовательно объединяли отрезками и получали профили для готовой горькой настойки. Оси на диаграммах соответствовали выбранным дескрипторам, а интенсивность каждой составляющей профиля была отмечена на оси по соответствующей шкале. В зависимости от оцениваемого показателя получали профили вкуса, аромата, цвета (рисунки 4-6).

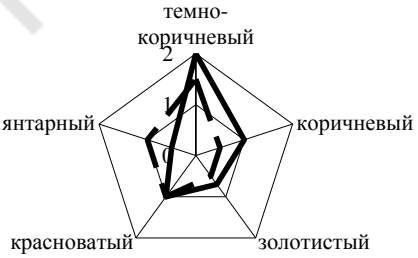


Рис. 4. Профили для характеристики цвета настоек горьких

НТБ ОНАХТ



Рис. 5. Профили для характеристики вкуса настоек горьких

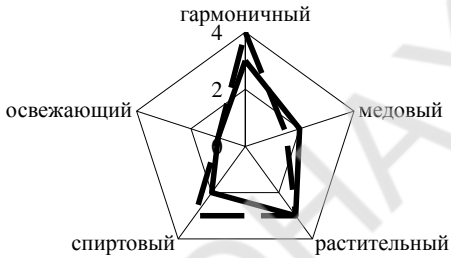


Рис. 6. Профили для характеристики аромата настоек горьких «Алматинская»

По результатам проведенного дегустационного анализа определяли органолептические показатели настоек горьких. Новые напитки соответствовали высоким дегустационным требованиям (таблица 9).

Таблица 9 – Органолептические показатели настоек горьких серии «Алматинская»

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений
Цвет	Темно-коричневый с красноватым оттенком
Вкус	Слегка жгучий, округленный
Аромат	Сложный с медовыми тонами

НТБ ОМАХТ

4.3. Изучение качества новых горьких напитков в процессе хранения

Для определения сроков хранения новых сортов горьких настоек «Алматинская» были изучены показатели безопасности и качество свежеприготовленных образцов и соответствующие показатели при хранении при температуре 18°С. Критериями оценки служили органолептические показатели, крепость напитка и его экстрактивность.

В процессе хранения определяли изменения органолептических показателей напитков в течение полутора лет с периодичностью в шесть месяцев. Данные изменений органолептических показателей представлены в таблице10.

В процессе хранения в течение одного года изменений физико-химических показателей (крепость, экстрактивность) не отмечено, показатели внешнего вида и цвета, вкуса и аромата практически не изменились. Другие показатели качества и показатели безопасности в течение данного периода хранения оставались без изменений. В результате комплексного исследования качества настоек горьких в процессе хранения был установлен, что при соблюдении условий хранений срок годности напитков может быть установлен до 12 месяцев. Приготовленные настойки горькие с использованием экстрактов из амаранта являются полноценными напитками и отвечают требованиям ГОСТ Р 52192-2003. Как было показано, в этих продуктах сохраняются присущие сырью биологические активные вещества.

Таблица 10 – Изменение органолептических показателей настоек горьких «Алматинская» в процессе хранении

Наименование показателей	Характеристика напитков
1	2
Свежеприготовленные настойки	
Внешний вид	Прозрачный, без посторонних включений
Цвет	Темно-коричневый с красноватым оттенком
Вкус	Слегка жгучий, округленный
Аромат	Сложный с медовыми тонами
Хранение 6 месяцев	
Внешний вид	Прозрачный, без посторонних включений

КГБОУ ВО КемТИПП

1	2
Цвет	Темно-коричневый с красноватым оттенком
Вкус	Слегка жгучий, округленный
Аромат	Сложный с медовыми тонами
Хранение 12 месяцев	
Внешний вид	Прозрачный, без посторонних включений
Цвет	Коричневый с красноватым оттенком
Вкус	Слегка жгучий, округленный
Аромат	Сложный с медовыми тонами
Хранение 18 месяцев	
Внешний вид	Появилась легкая опалесценция, наличие небольшого осадка
Цвет	Коричневый
Вкус	Слегка жгучий, округленный, гармоничный
Аромат	Сложный с медовыми тонами

Заключение

Казахстан с разнообразной флорой является одним из наиболее перспективных районов для промышленных заготовок дикорастущих лекарственно-пищевых растений.

Полученные настойки горькие серии «Алматинская» являются новыми натуральными продуктами из казахстансого растительного сырья, их качественные показатели соответствуют требованиям стандартам. Они отличаются оригинальными органолептическими характеристиками и значительным содержанием биологически активных веществ – флавоноидов (от 0,19 до 0,30 мг/100 мл).

При изготовлении настоек горьких серии «Алматинская» нами использовались экстракты из ветвей (стеблей) амаранта. По своим вкусовым характеристикам и по содержанию биологически активных веществ новые алкогольные напитки не уступали существующим настойкам.

На основании предварительного расчета была определена себестоимость новых горьких настоек «Алматинская» – 250 тенге за 0,5 литра готовой продукции.

Таким образом, можно констатировать, что полученные в настоящей работе горькие настойки являются натуральными, экологически чистыми и уникальными изделиями. Горькие настойки – обладают оригинальными органолептическими характеристиками, качественными физико-химическими показателями и отличаются присутствием

КГТУ ОНАХТ

в них биологически активных веществ. Использование возобновляемых органов растений при изготовлении экстрактов в производстве напитков дает возможность осваивать сырьевую базу Южного Казахстана, нанося минимальный вред природным ресурсам.

Список использованной литературы

1. Уажанова Р.У., Росляков Ю.Ф., Шмалько Н., Жаркова И.М. Амарант – продовольственная культура. Монография**.** Издательство-Юг, Краснодар, 2014. – 300 с. (20 п.л.).

2. Уажанова, А. Оспанов, А. Казыбекова Физико-химическая характеристика экстрактов из растений семейства амарантовых. Журнал «Успехи современного естествознания», г. Москва, № 12, 2015 г., стр. 81-86.

3. Уажанова Р.У., Абдикерим А., Алиайдар К. Показатели экстрагируемых веществ из органов амаранта при разных концентрациях водно-спиртовых растворов Республиканской научно-практической конференции молодых ученых «НАУКА.ОБРАЗОВАНИЕ.МОЛОДЕЖЬ», г. Алматы, 21-22 апреля 2016 г., стр. 66-68.

4. Уажанова Р.У., А. Оспанов, А. Казыбекова, Кажымурат А. Изучение технологии горькой настойки «Илийская» из амаранта. Журнал «Успехи современного естествознания», г. Москва, № 2, 2016 г., стр. 70-75.

5. Дуборасова Т.Ю. Сенсорный анализ пищевых продуктов. Дегустация вин: Учебное пособие / Т.Ю. Дуборасова. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2009. – 184 с.

6. Задорожный А.М. Справочник по лекарственным растениями/ А.М. Задорожный, А.Г. Кошкин, А.И. Шретер. – М.: Экология, 1992. 415 с.

7. Трутнев О. Россияне переходят с водки на горькие настойки / О. Трутнев // Коммерсантъ. 2013. – № 76.

8. Чумак А. Российский рынок горьких настоек / А. Чумак // Спиртные напитки и пиво. – 2010. – № 11. – С. 20.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND QUALITY INDICATORS OF HULLED WHEAT

Author – Zhyhunova H.
Supervisor – Stankevych H.
Odessa National Academy of Food Technology

Among the many types of wheat, the most common today is the modern cultivated wheat T.aestivum L., which is known as common wheat or bread wheat, but exist ancient types of wheat: diploid – T. monococcum L. (AA); tetraploid – emmer (AABB), as well as hexaploid – spelt (AABBDD).

In this research work, the currently used species of wheat, this is part of the group of hulled species – spelt and emmer wheat. Hulled wheat considered being a crop with high nutritional value, which determines its relevance and using in Ukraine. Hulled wheat in comparison with common wheat contains practically all the nutrients that are necessary to the human body.

The purpose of the research is to substantiate the directions of further processing of spelt and emmer on the basis of comparison of their physico-technological and chemical composition with ordinary hard wheat.

In this work was done following tasks:

1. Chemical composition of macronutrients of investigated samples of wheat;

2. Physico-technological properties of the studied samples;

3. Flour and cereal indices of investigated samples of wheat;

4. Physico-chemical properties of investigated wheat samples.

The results of the research showed the difference in the physical and mechanical properties of the spelta and emmer compared to the common wheat (Kuyalnik).

The work consists of 6 sections, outlined on 18 pages, includes 6 tables, the list of references includes 18 titles.

Introduction

In Ukraine, the leading place in the dietoccupied by bread, flour and cereal disheslong time ago. The composition of grain products for their production is diverse. Everywhere are grown oats, buckwheat and millet. Various types of wheat, rye, barley are widespread. Today, almost all nutritionists recommend using grain as a central part of our diet, due to

their naturally high content of biologically active substances and low fat content. Consumed daily in constant and sufficiently high quantities of bread and cereal crops, which are optimal for enrichment with vitamins, minerals and other biologically active substances.

Wheat is the most important agricultural crop that grows in more than 120 countries. According to WHO / FAO, world wheat production is more than 730 million tons, of which 24-26 million tons grown in Ukraine. The wheat belongs to the family Roasaye, the Triticum L. genus, which has more than 30 kinds, well visible for morphological and biological characteristics. More than 95% of cultivated wheat falls on soft and hard wheat, the remaining 5% are emmer, spelt and other kinds of wheat.

Creation of healthy food products based on grain crops with the assessment of their biological and consumer properties on a modern diet, taking into account the requirements of nutrition to the chemical composition and biological value of food.

Recently, work has been intensified to attract little-studied species of cereal crops to use, in particular, wheat, which is included in the group of hulled wheat– spelt. This kind of wheat was previously quite common and used-all in nutrition in many countries, but is currently cultivated in non-significant volumes [1].

As the researchers note, spelt is a high-protein culture, which virtually without the introduction of mineral fertilizers forms the protein content in grain not lower than 16.3% [2].

High adaptability and tolerance of the varieties of spelt to diseases and pests makes it one of the main candidates for cultivation without the use of pesticides to produce high quality, environmentally friendly organic grains [3].

1. Analytical review

1.1. General characteristics of hulled wheat

Spelt – is a kind of hulled wheat. On the forehead (Triticumdicoccum) or spelt, double grains, emmer, – the ancestor of all modern varieties of wheat. The interest in speltincreases as an environmentally friendly culture that exceeds wheat by the content of proteins, unsaturated fatty acids, fiber, and vitamins [4].

Itwas known to humanity in the Stone Age. In the middle of the 20th century, the Poltava was the main culture ethnographically associated with the descendants of the peoples, raised it even in ancient times. Micro districts of this cereal have survived in the mountainous regions of Swit-

zerland, Austria, Germany (Alps), Spain, North Caucasus, Georgia, India, Ethiopia, Morocco, Poultry, Tatarstan, Bashkortostan, Chuvashia. Field of origin (presumably) – Mediterranean zone. Introduced in culture over 5000 years BC. They cultivated it in Ancient Egypt, Babylonia and others places [5, 6].

The most interesting thing is that the completelyspelt was a dash for many years ago. This is the same plant. Just this kind of wheat for 150-200 years was a bit "refined" by Western breeders, and today, purely outward, spelt and emmer differ from each other.

Based on the ancient emmer, all modern varieties of wheat derived. Emmer is a semi-hard wheat variety, more precisely, a group of wheat species with a lame-eyed colossus and plumage grain. It has many useful and viral therapeutic properties.

As the merits of crops, it is stated:

- Insensitivity to soil-climatic conditions;
- High (even in the case of hard-wheat) protein content;
- Different from modern wheat, through the structure of the protein.

However, the speltare not without disadvantages, which partially overcome in the process of breeding, in particular:

- Low yields;
- Difficulty in threshing and initial processing of hulled varieties.

Emmer and spelt contains virtually all nutrients that a person needs in a harmonious and balanced combination – and not only in the shell of the grain, but evenly throughout the grain. This means that it maintains its nutritional value even at the finest ground [7].

1.2. Selection various types of wheat by using hulled wheat

About some of the first varieties of wheat obtained by the method of interspecific hybridization with the participation of T. dicoccum, points out N.I. Vavilov (1964): "... in the United States, McFadden managed to get varieties such as Hope by crossing the Yaroslavl fast-paced emmer with hard wheat." Although these varieties were not widely distributed, but combining the immunity to the sodas and rust (transmitted from the hulled wheat), they became the stage for the creation of immune forms of hard wheat. P. M. Zhukovsky (1964) points out that in Canada, the Lee variety, obtained from the crossing of the Hope (ancestor of the Yaroslavl Emmer) breed with the Timopheevi breed, is sown on hundreds of thousands of hectares and is characterized by resistance to most races and a stem -low rust.

Using the emmerfrom India as a donor to stem rust resistance, and the creation on its basis of new varieties of spring wheat Langdon and Yuma, actually saved the culture of hard wheat in the United States.Golik V.S., Golik O.V. (2008) also note that the variety of spring wheat Kharkiv 46, obtained from crossbreeding with the pillow, in the second half of the twentieth century occupied a leading position in the USSR in the areas of sowing [8]. Therefore, in 1969 the Kharkivska 46 variety occupied an area of 4.6 million hectares. In the future, the Kharkiv variety 46 became the ancestor of most varieties of spring wheat in the USSR. With the participation of the emmer, the following varieties of soft wheat such as Tulun 197, Cesium 94, Ottawa, as well as sorghum of hard wheat were also obtained.

1.3. Consumer values and technological properties of hulled wheat

The long-term lack of interest of the spelt was due to the mass production of common wheat, which yielded a larger harvest. In the period of industrialization, due to the introduction of fertilizers and the use of other technological means, priority given to crop yields, not quality. Due to the consequences of mass production, qualitative properties of wheat have significantly decreased, and only in the late 20th century in the countries of Western Europe, there was a necessity in grain of high quality. These requirements corresponds to the hulled wheat, which has better biological value than common wheat.

Studies carried out by Western European scientists argued that protein content in winter and spring forms of spelt was higher in 1.3-1.5 times compared with common wheat and averaged 13-17%. In addition, emmer`s and spelt`sprotein is characterized by a high degree of nutrition and excellent biological quality. Overfilling of protein exceeds 80%. The quality of gluten in the flour is half a bar higher than in common wheat. Bread from spelt characterized by a pronounced bread odor, good taste and a long period of non-drawing. Spelt is a very valuable grain because of the high concentration of nutrients. In addition, it characterizes the high value of fat, unlike ordinary wheat. Particularly important, for example, for the heart, is the content of unsaturated fatty acid, which is twice as large in spelt than in normal wheat. In fat, half a pound-on-many more phytosterols, so that the colon reduces the level of cholesterol-well in the blood. The research has identified that in the grains of speltmore than 20 such connections.Found sub-high content in the grain of the half-full of all amino acids (except arginine) compared with common wheat in the range of 20-60% (Table 1, 2).

Spelt contains more vitamins A, E, D compared to common wheat. The activity of vitamin E in half a third is higher than the activity of vitamin E of common wheat. In addition, speltcontains more vitamins B1, B2, B3 [9].

An important feature in assessing the quality of speltis the mineral composition. More often emphasize the high value of phosphorus, iron, zinc, copper, manganese and cobalt. Spelt has a beneficial effect on the process of etching and therefore used in hospital diets. It contains a significant amount of silicon, which plant takes from minerals. Silicon oxide is important for the skin, hair, nails, and also improves brain activity [10].

According to some reports, the first in Ukraine was used for baking bread, making porridge and blueberries of the monastery from Kremenets of the Ternopil region. They argue that the bread and porridge from emmer (spelt) are much more delicious than from ordinary wheat.

Table 1 – The content of amino acids in hulled and common wheat

Amino acids	Hulled wheat	Common wheat
Endogenous amino acids		
Asparagine	0,74	0,55
Serine	0,87	0,56
Glutamine	5,83	3,63
Proline	2,59	1,64
Glycine	0,59	0,45
Alanine	0,52	0,36
Cysteine	0,33	0,27
Tyrosine	0,49	0,31
Exogenous amino acids		
Lysine	0,54	0,42
Methionine	0,26	0,19
Threonine	0,44	0,31
Phenylalanine	0,89	0,62
Leucine	1,27	0,83
Valine	0,86	0,67
Histidine	0,39	0,26
Arginine	0,51	0,54
Isoleucine	0,61	0,40

As already mentioned, emmer (spelt) contains all the nutrients necessary for the human body. It significantly exceeds the wheat content of

protein, unsaturated fatty acids, fiber, and vitamin B groups. Experts believe that eating this kind of wheat is useful for improving the immunity of the body and normalizing the cardiovascular system, beneficial for the nervous [6].

Table 2 – The content of vitamins in hulled and common wheat,mg/100g

Vitamin	Hulled wheat	Common wheat
Thiamine (B_1)	0,64	0,48
Riboflavin (B_2)	0,22	0,14
Niacin (PP)	0,60	0,42
Pantothenic acid	0,08	0,09

3. Object and subject of research, materials and methods

Purpose of the research: To substantiate the directions of further processing of spelt and emmer on the basis of comparison of their physico-technological, and chemical composition with ordinary hard wheat.

Objectives: The object of research work are samples of wheat grown in different regions of Ukraine in 2016. For researches of wheat were selected:

1. Common wheat –Kyualnik;
2. Spelt «Zorya of Ukraine»;
3. Spelt of German origin;
4. Emmer.

Materials and methods. The subject of research was selected 4 samples of wheat grown in 2016: the 1st sample – common wheat hard red of Kuyalnik variety, grown in the Odessa region; 2nd – spelt German origin, grown in the Odessa region; 3rd – spelt of Zorya of Ukraine variety, grown in the Zhytomir region; 4th – Emmer that was grown in the Chernihiv region.

Standard materials were used to study the chemical composition (content of protein, fat, ash) and technological characteristics (content of hulk, bulk weight, weight of 1000 grains, vitreousness, falling number, quantity and quality of gluten). Sedimentation was determined by the Pumpyansky method [11] in the acetic acid, hardness by Brabender method: by grinding 6 g grain at the Brabender Automatic Micro Hardness Tester, according to [12], hardness (PSI) by the AACC 55-30.01 method.

РЕПОЗИТОРІЙ

Tasks:

1.Chemical composition of macronutrients of investigated samples of wheat.

2.Physico-technological properties of the studied samples.

3.Flour and cereal indices of investigated samples of wheat.

4. Physico-chemical properties of investigated wheat samples.

4. Results

Wheat grain, as well as other cereals, contains macronutrients: carbohydrates, proteins, fats, minerals, and micronutrients: vitamins, pigments, enzymes and other substances [13]. Its chemical composition varies depending on the species, the variety, the external conditions of cultivation, the soil.

Carbohydrates in the diet that provide up to 40-75% of total energy is the main energy component of nutrition. Usually they are classified depending on the degree of polymerization on sugars, oligosaccharides and polysaccharides. As for normal wheat, and for hulled wheat, carbohydrates are the main component (59-71%) of wheat grain [14], although their ratio is somewhat different [15, 16, 17]. The main "spare" carbohydrate – it is starch (61-68%), while the mass fraction of sugars is 2-3%, and food fibers – 9-12%. In the investigatedsamples of wheat spelt and emmer (Table 3), the content of carbohydrates was 78.32-81.73 and 81.3% respectively, which is 2.96-6.37% lower than that of a standard wheat variety of Kuyalnik.

Proteins by their content in grains occupy the second place among macronutrients. In the diet, they are a source of energy and essential amino acids, while playing a major role in the process of pastoral care, defining the structure of baking products. In ordinary and hulled wheat, they are represented by different fractions: albumins and globulins (more fully valuable from a biological point of view), as well as gliadins and glutenins, which inhibit gluten, defining high baking properties, but unfortunately reduce digestion of proteins in the gastrointestinal tract.

In order to ensure satisfactory baking properties, the mass fraction of protein should be at least 11.5-12.0%, which is confirmed by the control sample of bread wheat of the Kuyalnik variety (11.89%). In the grain of spelt and emmer (Table 3), the mass fraction of protein is 14.22-17.82% and 15.10% respectively, which is significantly higher than that of hard wheat – 2.33-5.93% and 3.21% in accordance. The largest mass fraction of

protein is in the range of German origin, which has been grown in the Odessa region on the fields of the breeding and genetic institute.

Table 3 – Chemical composition of macronutrients of investigated samples of wheat, % on dry weight

Sample	Kind of wheat	Carbohydrates and food fibers	Protein content	Fat content	Ash content
1	Common wheat Kyualnik	84.69	11.89	1.92	1.50
2	Spelt «Zorya of Ukraine»	78.32	17.82	2.27	1.59
3	Spelt of German origin	81.73	14.22	2.54	1.51
4	Emmer	81.30	15.10	2.00	1.60

Fats are the smallest in number of macronutrients of grain; they are contained in a quantity of 2-3%. In general, 70% non-polar lipids, 20% glycolipids and 10% phospholipids [18], represent them. In the spelt samples under study(Table 3) the mass fraction of fats is 2.27-2.54%, emmer– 2.00%, bread wheat – 1.92%.

About the mass fraction of mineral substances are judged by the indicator of ash, which is quite low in all samples of investigated wheat – 1.50-1.60%, which is explained, firstly, by the depletion of agricultural lands, and secondly, by intensive methods cultivation and high crop yields for baking wheat, and for hulled wheat – an organic way of farming in their cultivation.

Thus, the chemical composition of the spelt and emmer from the point of view of "healthy nutrition" exceeds the grain of common wheat, above all, with a higher percentage of protein and lower energy value.

In commodity production, to determine the market price of raw materials (wheat), its technological properties play an important role. For hulled crops (for example, for barley), which are mainly processed for cereal products, the main technological indicator is the husk content. The amount of films depends on the bulk weight of the grain (Table 4), the content of "useful for processing" grains, is output of finished products and husk. Among the samples studied, the smallest husk content (22%) was in a hard spelt of Germanic origin, which makes it more promising for processing, the largest (26%) in the semi-hard spelt of the Zorya of Ukraine variety.

Table 4 – Physico-technological properties of the studied samples of wheat

Sample	Kind of wheat	Content of husk, %	Bulk weight with husks, kg/hl	Bulk weight without husks, kg/hl	Weight of 1000 grains without husks, g
1	Common wheat Kyualnik	–	–	0.799	41
2	Spelt «Zorya of Ukraine»	22	0.426	0.778	46
3	Spelt of German origin	26	0.422	0.784	48
4	Emmer	23	0.430	0.775	47

In terms of bulk weight, grain without husksin 1.7-1.8 times fell to non-threshing grain – 0.422-0.430 against 0.775-0.784 kg/hl, that is, storage and transportation of such grain requires more capacity of bunkers and transport. Therefore, it is considered reasonable to develop a technological (s) means of breaking down during post-harvest processing of hulled wheat, but it should be borne in mind that these wheat have a lower thickness of the pericarp and can be traumatized during drying, transporting and more subjected to microbiological contamination. Despite the bulk weight, hulled wheat had a mass of about 5-7 g of weight of 1000 grains, which conditioned by their more wrinkled surface.

Hardness is an important indicator for the processing of grain into flour, the choice of the modes of water-heat treatment, debranning, peeling and grinding. Among the samples studied (Table 5), only the specie of Zorya of Ukraine (sample 3) can be attributed to semi-hard wheat, such a grain should be used for the production of flakes or for the production of wholemeal flour. Other samples, including emmer and spelt of German origin, are hard varieties, which means that they receive a larger amount of cereal-based products when processed, they are more difficult to debrann and grinding, and therefore they are expedient to be used for the production of flour, as well as for the production of whole or crushed cereals.

According to the physical and chemical indices, different types and varieties of wheat were investigated according to the most important parameters that characterize the bakerygrain quality. From the given data (Table 6) it is evident that the grain of spelt and emmer has high gluten (35-39%), but this gluten related to the poor quality – the index of IGD

(index of gluten deformation) is more than 95 units. The rate of sedimentation in acetic acid does not exceed 20 ml, which is characteristic for a weak wheat baking power.

Table 5 – Flour and cereal indices of investigated samples of wheat

Sample	Kind of wheat	Moisture, %	Vitreousness, %	Hardness by Brabender, s	Hardness by PSI, %
1	Common wheat Kyualnik	12,8	54	23	13,0
2	Spelt «Zorya of Ukraine»	13,0	58	22	10,9
3	Spelt of German origin	13,0	42	103	17,2
4	Emmer	13,2	62	20	7,2

Table 6 – Physico-chemical parameters of investigated wheat samples

Sample	Kind of wheat	Falling number, c	Amount of gluten, %	Quality of gluten, IGD	Sedimentation, ml
1	Common wheat Kyualnik	246	24	65 (I)	33
2	Spelt «Zorya of Ukraine»	120	39	97 (II)	19
3	Spelt of German origin	63	36	95 (II)	16
4	Emmer	64	35	95 (II)	16

Otherwise, baking of bread from such grain will have a low volume (the dough will be diluted). This is due to the fractional composition of proteins and the higher ratio of less molecular gliadins to higher molecular weight glutenins. But in modern conditions whenever baking wheat varieties grown in Ukraine have too elastic gluten (the index of gluten defor-

mationis less than 60 units), spelt or emmer can be used in the mixture in the milling batch, and at a certain ratio it will improve both the baking properties of the flour , and its chemical composition.

5. Conclusions and recommendations

1. Based on the analysis conducted, it should be noted that the range of grain products existing in Ukraine is in need of expansion, which should be carried out in the direction of improving the nutritional value. The solution to this problem is possible due to the use of new (ancient) varieties of wheat and special breeding varieties with high levels of substances important for the human body.

2. The results of the research showed the difference in the physical and mechanical properties of the spelta and emmer compared to the common wheat (Kuyalnik). The bulk weight of the hulled wheat is lower than in the wheat.

3. By gluten strength, flour from spelt and emmer is characterized as "weak", which allows the recommendation of emmer`sand spelt`sflour to be used in the production of flour confectionery products, in particular, cookies.

4. The trashing grain of hulled wheat has the best composition of chemical substances. In the investigated samples of cereal spelt and emmer, the mass fraction of protein is 14.22-17.82% and 15.10%, respectively, which exceeds the hard wheat – this by 2,3-5.9% and 3.2% respectively; the carbohydrate content is 78.75-81.73% and 81.3%, respectively, which is 3-6% less than the sample of common wheat of the Kuyalnik variety.

5. According to the chemical composition, the samples hard spelt of German origin, the potential cereal properties (husk content, vitreousness and hardness) are dominated by other investigated samples, their husk content is 20-22%, vitreousness – 61-71%, hardness by Brabendermethod – 27-40 s.

6. Grain of spelt and emmer can be used to stabilize the baking properties of grain of hard wheat to increase the content of protein.

7. When further exploring the grain of spelt and emmer as the object of post-harvest processing and storage should take into account the smaller thickness of coated tissues grains, use a milder mode of drying and transporting.

НТБОНАХТ

References

1. Зведенюк, Т. Полба – злак из каменного века [Текст] / Т. Зведенюк // Зерно. –2013. –№7. – С. 82-90.

2. Зверев, С.В. Исследование свойств полбы [Текст] / С.В. Зверев, И.А. Панкратьева, О.В. Политуха и др. // Хлебопродукты. – 2016. – № 1. – С. 66–67.

3. Линниченко, В.Т. Совершенствование технологи переработки зерна полбы [Текст] / В.Т. Линниченко, С.В. Егорова, А.Ю. Дроздова // Хлебопродукты. – 2015. – № 7. – С.62-63.

4. Зверев, С.В. Полба и спельта: возвращение к стокам [Текст] / С.В. Зверев, О.В. Политуха, А.А. Стариченков, П.С. Абрамов // Хранение и переработка зерна. – 2015. – № 6–7. – С. 48-50.

5. Padulosi, S. Hulled wheats / S. Padulosi, K. Hammer, J. Heller // Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops: 4. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy / Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. – 263 p.

6. Господаренко, Г.М. Пшениця спельта [Текст] / Г.М. Господаренко, П.В. Костогриз, В.В. Любич, М.Ф. Парій та ін. / За заг. ред. Г.М. Господаренка. – К: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. – 312 с.

7. Богатырёва, Т.Г. Использование полбяной муки в технологи хлебобулочных изделий [Текст] / Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова // Хлебопродукты. – 2013. – С. 40-42.

8. Голик, О.В. Использование физиологических признаков для оценки исходного материала яровой твердой пшеницы в селекции на продуктивность [Текст] // Селекція і насінництво. – 2008. – 95. – С. 132-142.

9. Fedosova K. Primitive wheat (polba) in Ukraine [Text] / K. Fedosova, L. Kaprelyants // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1 (18). – С. 60–63.

10. Мука полбяная: польза, рецепты. Хлеб и блины из полбяной муки. [Електронный ресурс]. – Код доступа: http://fb.ru/article/246928/muka-polbyanaya-polza-retseptyi-hleb-i-blinyi-iz-polbyanoy-muki

11. Пумпянский, А.Я. Технологические свойства м'яких пшениц [Текст] / А.Я. Пумпянский – Л.: Колос, 1971. – 320 с.

12. Miller, B.S. Hardness (Texture) of Hard Red Winter Wheat Grown in a Soft Wheat Area and of Soft Red Winter Wheat Grown in a Hard Wheat Area [Text] / B.S. Miller, Y. Pomeranz, and S. Afework // CerealChem. – 1984. – 61 (2). – P. 201-203.

13. Escarnot, E. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review [Text] / E. Escarnot, J.-M. Jacquemin, R. Agneessens, M. Paquot // Biotechnol. Agron. Soc. Environ. – 2012. – 16(2). – P. 243-256.

14. Belitz, H.-D. Foodchemistry [Text] / H.-D.Belitz, W. Grosch // Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 1999.– 2nd ed. – P. 631-636.

15. Abdel-Aal, E.S.M. Compositional and nutritional characteristics of springeinkorn and spelt wheats [Text] / E.S.M Abdel-Aal., P. Hucl, F.W. Sosulski // CerealChem. – 72. – 1995. – P. 621-624.

16. Grela, E.R. Nutrient composition and content of a ntinutritional factors in spelt (Triticumspelta L.) cultivars [Text] / E.R. Grela // J. Sci. FoodAgric. – 1996. – 71. – P. 399-404.

17. Ranhotra, G.S. Nutritional profile of three spelt wheat cultivars grown at five different locations [Text] / G.S. Ranhotra, J.A. Gelroth, B.K. Glaser, Stallknecht // CerealChem. – 1996. – 73(5). – P. 533-535.

18. Abdel-Aal, E.S.M. Spelt: a specialty wheat for emerging food uses [Text] / E.S.M. Abdel-Aal, P. Hucl / In: Abdel-Aal E.S.M. &Wood P. Specialty grains for food and feed // StPaul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists, 2005. – P. 109-141.

НТБ ОНУХТ

INCREASING THE SHELF LIFE OF CUTLETS OF TYPE «HAMBURGER»

Author – Lisnik D., Chistiukhin D.
Supervisor – Irina H.
Technical University of Moldova

In this scientific work :

1. The use of preservatives GBBG Regulator, B-LC-78, Feg Fresh, Mega Fresh in meat products such as cutlets.

2. The preservatives Regulator GBBG, B-LC-78 – for chicken cutlets and Almi Veg Fresh, Mega Fresh- for beef cutlets were studied.

3. The microbiological, organoleptic and physico-chemical indices of chicken and beef cutlets were studied without the use of a preservative and with a preservative.

4. They studied how these preservatives affect the shelf life of chicken and beef cutlets.

The use of preservative Regulator GBBG in chicken cutlets slowed the development of QMAFAnM, and also increased the shelf life of chicken cutlets from 3 days to 6.

The second preservative B-LC-78 (starter culture) in the chicken cutlet increased the shelf life of chicken cutlets from 3 days to 4 days.

The use of preservative Almi Veg Fresh in beef cutlets showed positive results. Almi Veg Fresh increased the shelf life of beef patties from 3 days to 8 microbiological data, and for organoleptic data on the 7th day there were changes in the color of the food product.

Preservative Mega Fresh increased the shelf life of beef cutlets from 3 days to 8, with no changes in organoleptic data.

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ КОТЛЕТ ТИПА «ГАМБУРГЕР»

Авторы – Лисник Д. Р., Чистюхин Д. И.
Руководитель – Ирина Г. И.
Технический университет Молдовы

Введение

Перед современной пищевой промышленностью наряду с задачей производства продуктов питания в достаточном количестве стоит и другая важная задача – выпуск качественно полноценных, устойчивых к хранению и привлекательных на вид продуктов. Давно отмечено, что главные принципы технологов направлены на то, чтобы по возможности полнее сохранить все достоинства того или иного продукта, уменьшив одновременно все его недостатки. Технологам на производствах знание физико-химических и биохимических основ производства мяса и мясных продуктов необходимы для оптимизации промышленного процесса и поддержания качества производимог опродукта. В настоящее время рынок пищевых продуктов насыщен полуфабрикатами мясными рублеными, способными удовлетворить различные вкусы потребителя. Одними из важнейших характеристик, влияющими на выбор потребителя, являются: органолептические, физико-химические и экономические.

Преимуществом мясных рубленых полуфабрикатов является и то, что, облегчая и уменьшая работу заготовочных цехов, сокращая время, необходимое для приготовления горячего мясного блюда или закуски, они позволяют увеличить пропускную способность предприятия. Мясокомбинаты вырабатывают полуфабрикаты в условиях, полностью гарантирующих свежесть, доброкачественность, чистоту и гигиеничность продуктов.

Ассортимент мясных рубленых полуфабрикатов постоянно расширяется в результате применения различных сочетаний мясного сырья с овощами, крупами, мукой и другими белковыми компонентами.

Все большее распространение получают фарши различных рецептур, из которых можно приготовить большое количество разнообразных блюд [1].

1. Аналитический обзор

1.1 Качество и безопасность мясных продуктов типа котлет

Мясные рубленые полуфабрикаты порционный продукт, изготавливаемый из измельчённого мясного сырья с добавками (фарша). Мясные рубленые полуфабрикаты после изготовления могут быть сырыми охлаждёнными или сырыми замороженными [5].

1.2 Технология применения рубленых полуфабрикатов

Для приготовления фарша для рубленых полуфабрикатов, замороженное мясное сырье измельчают на дробилке. Затем мясной фарш пропускают через волчок. В фарш добавляется свиной шпик, который предварительно измельчается на волчке или на машине для нарезки шпика. В фарш добавляют соль, предварительно охлажденную льдом воду, добавки, специи и все хорошо перемешивают в фаршемешалке. Готовый для формовки полуфабрикатов фарш загружается в бункер машины для формования полуфабрикатов где применяется роторная или шнековая система формования изделия. В машине для формования производится формовка и дозирование котлет на ленту, после чего продукт может быть направлен на машину для льезонирования и (или) панировочную машину для жидкой и сухой панировки соответственно [5].

1.3 Консерванты применяемые в мясных продуктах

Бензойная кислота и ее соли (бензоаты) являются одним из природных консервантов, которые входят в состав многих плодов. Она используется при изготовлении плодово-ягодной продукции.

К консервантам относятся такие соединения серы, как сульфит натрия безводный (Na_2S0_3) или его гидратная форма ($Na_2S0_37H_20$), метабисульфат (тиосульфат) натрия кислый или гидросульфит натрия ($NaHS0_3$).

Нитраты и нитриты натрия и калия ($NaN0_3$, $KN0_3$, $NaN0_2$, $KN0_2$) широко применяются в качестве консервантов при производстве мясных продуктов [5].

2. Методика определения физико-химических и микробиологических показателей

2.1 Методика определения физико-химических показателей [6]

2.1.1 Определение содержания влаги путем сушки в сушильном аппарате

Ход работы: В чистую пробирку, предварительно высушенную добавляется 3 г песка и стеклянную палочку, помещаются в сушильный аппарат и сушат при t-105^{0}C, время выдержки- 60 мин, после истечения 60 мин, пробирки достают из сушильного аппарата, накрываются крышкой и охлаждают эксикаторе. Охлаждают пробирки 15-20 мин, затем охлажденные пробирки взвешиваются на аналитических весах, с точностью до 0,001 г. Записывается масса m. В пробирку

добавляется 5 г исследуемой пробы, тщательно перемешивается с песком помощью стеклянной палочки, и при этом исключив возможные потери массы. Пробирка накрывается крышкой, взвешивается на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Фиксируется масса m_1. Затем пробирка помещается в сушильный аппарат на 4 часа, при t-105^{0}С и после охлаждается в эксикаторе 20-25 мин. Затем взвешивается на аналитических весах, и записываются показатели.

Операции сушки, охлаждения и взвешивания повторяются каждые 15 мин, пока разница между двумя взвешиваниями не будет 0,001- 0,005 г и с содержанием влаги 2% не более 0,0002 г.

Расчеты: Содержание влаги Х выражается в % и рассчитывается по следующей формуле:

$$X=(m_1-m_2)/ (m_1-m)*100$$

где: m – масса пробирки с песком и стеклянной палочкой, г

m_1 – масса пробирки с продуктом, песком и стеклянной палочкой до сушки, г

m_2 – масса пробирки с продуктом, песком и стеклянной палочкой после сушки, г

2.1.2 Определение содержания жира в продукте методом Soxlet

Ход работы: Образец, в котором определяется содержание жира, должен быть дегидратирован. Анализируемый продукт смешивают, мелко измельчают, взвешивают около 5 г во флаконе и дегидратировали в электрической духовке в течение 4 часов при 100-105 °С. Можно использовать дегидратированные образцы из лабораторной работы «Определение влажности».

Образцы пробирок (каждый отдельно), количественно, без потерь, попадают в фильтровальные картриджи. Картриджи или бумагу готовят следующим образом: разрезают фильтровальную ленту 120 х 80 мм, обернутую на стеклянную трубку диаметром приблизительно 10 мм. Цилиндр с одной стороны осторожно закрывается путем изгиба края примерно 10 мм. В нижней части цилиндра вставлен ватный тампон, чтобы предотвратить потерю образца. Подготовливаются два картриджа.

Дегидратированный продукт из пробирок мелко нарезается ножом или скальпелем, не избегая потери (флакон помещается на лист белой бумаги), содержимое переносится на картриджи. Следы

жира в пробирке удаляются ватным тампоном, который также вставлен в картридж. Далее продукт вводится в картридж при помощи стеклянного стержня.Каждый образец помещается в отдельную капсулу. Образец, прошедший в капсулу, закрывается другим ватным тампоном и тщательно закрывается и взвешивается аналитический баланс (масса). Масса образца составляет примерно 1,5 ... 2,0 г. На картридже карандашом отмечается номер образца, фамилия, номер академической группы. Картриджи вставляются в экстрактор Сокслета.

Температура воды в бане установлена на уровне 50 ... 60 °C, обеспечивая 7 ... 10 сифонирований в час. Экстракция длится 5 ... 6 часов. Конец экстракции контролируется образцом на фильтровальной бумаге, на котором 2 ... 3 капли растворителя из просеивающей трубки: наличие жирного пятна – экстракция должна продолжаться, а недостаток – конец экстракции.

После извлечения необходимо достать картриджи из экстрактора и оставить на 15-30 мин. (под нишу), чтобы испарить растворитель, затем высушить в духовке при 100-105 ° С в течение 2 часов, охладить в эксикаторе в течение 10 минут и весить на аналитических веса (масса м2).

Расчеты: содержание жира (X,%) в анализируемом образце рассчитывают по формуле:

$$X = (m1 – m2) / m * 100$$

где: m – масса влажного продукта, взятого для анализа, г;

m1 – масса картриджа продукта перед экстракцией, г;

м2 – масса картриджа продукта после извлечения, г

2.2 Микробиологические методы анализа [2]

2.2.1 Определение общего количества микроорганизмов и параметров роста бактерий

Принцип метода – количество мезофильных аэробных бактерий оценивается исходя из количества колоний, генерируемых клетками этих микроорганизмов, присутствующих в образце, которые должны быть проанализированы, когда образец или его разбавление контактирует с питательной средой после термостатического воздействия при 37°C в течение 48 часов.

2.2.2 Определение дрожжей и плесени

Принцип метода: число дрожжей и плесени оценивается косвенно на основе колоний, образованных клетками этих микроорганизмов, присутствующих в пробе. Данные микроорганизмы образуются, когда исследуемая проба входит в контакт с гелеобразной питательной средой после термостатирования при 25°С, 72 часа.

Метод работы: выполняется точно так же, как в случае определения общего количества микроорганизмов, но с другой питательной средой-AGARSABURAUDDEXTROZA.

2.2.3 Определение стрептококков

Принцип метода: посев проб в питательную среду (солевой агар), рост микроорганизмов в оптимальных условиях (37 °С), идентификация микроорганизмов по биохимическим и морфологическим характеристикам и примерный расчет количества бактерий в соответствии с таблицами.

Методика работы выполняется в случае обнаружения общего количества микроорганизмов при этом если использовался агаросолевая среда в качестве питательной среды.

2.2.4 Определение колиформных бактерий / Escherichia coli

Принцип метода: данный методопределения колиформных бактерий включает несколько тестов, основанные главным образом на способности бактерий ферментировать лактозу до молочной кислоты, CO_2, H_2, при 35 °С в термостате в течение 48 часов.

Метод работы: данная методика разведений образцов проводится следующим образом- 1 мл раствора в 3 пробирке. Термостатируют при 37 °С в течение 24-48 часов.

Питательные среды были выбраны для посева на основе специфической микрофлоры, которая часто встречается в мясных продуктах, включая сырьевые и вспомогательные материалы.

Таким образом, для исследования микробиологического состава использовались три питательные среды: «Сабуро», «Агар», «Ендо».

3. Экспериментальная часть

3.1 Рецептуры исследуемых продуктов

3.1.1 Рецептура котлет куриных

В таблице 3.1.1.1 представлена рецептура куриной котлеты без консерванта – контроль.

Таблица 3.1.1.1 – Рецептура куриной котлеты – проба контроль

Сырье:	**Количество:**
Куриная филе	500 гр.
Мясо окорочков куриных	400 гр.
Шкура куриная	100 гр
Специи:	
Соль	12 гр.
AlmiCotletCombi [8]	6,0 гр.
Вода	100 мл.

В таблице 3.1.1.2 представлена рецептура котлеты куриной с применением консерванта GBBGRegulator [10] – проба 1

Таблица 3.1.1.2 – Рецептура куриной котлеты – проба 1

Сырье:	**Количество:**
Куриная филе	500 гр.
Мясо окорочков куриных	400 гр.
Шкура куриная	100 гр
Специи:	
Соль	12 гр.
AlmiCotletCombi [8]	6,0 гр.
Вода	100 мл.
GBBG Regulator [9]	5,0гр.

В таблице 3.1.1.3 представлена рецептура куриной с применением консерванта B-LC-78 – проба 2

Таблица 3.1.1.3 – Рецептура куриной котлеты –проба 2

Сырье:	**Количество:**
Куриная филе	500 гр.
Мясо окорочков куриных	400 гр.
Шкура куриная	100 гр
Специи:	
Соль	12 гр.
AlmiCotletCombi [8]	6,0 гр.
Вода	100 мл.
B-LC-78	1,0гр.

НТБ ОНАХТ

3.1.2 Рецептуры котлет говяжьих

В таблице 3.1.2.1 представлена рецептура говяжьей котлеты без консерванта – контроль.

Таблица 3.1.2.1 – Рецептура говяжьей котлеты – проба контроль

Сырье:	**Количество**
Говядина 1 с.	1 кг.
Специи:	
Соль	12 гр.
AlmiCotletCombi[8]	6,0 гр.
Вода	100 мл.

В таблице 3.1.2.2 представлена рецептура говяжьей котлеты с применением консерванта – AlmiVegFresh [10] – проба 1.

Таблица 3.1.2.2 – Рецептура говяжьей котлеты – проба 1

Сырье:	**Количество**
Говядина 1 с.	1 кг.
Специи:	
Соль	12 гр.
AlmiCotletCombi[8]	6,0 гр.
Вода	100 мл.
AlmiVegFresh [10]	3 гр.

В таблице 3.1.2.3 представлена рецептура говяжьей котлеты с применением консерванта – AlmiMegaFresh – проба 2

Таблица 3.1.2.3 – Рецептура говяжьей котлеты – проба 2

Сырье:	**Количество**
Говядина 1 с.	1 кг.
Специи:	
Соль	12 гр.
AlmiCotletCombi[8]	6,0 гр.
Вода	100 мл.
Mega Fresh	4 гр.

НГБ ОГАУ

3.2.1 Результаты эксперимента

•Котлеты куриные

Из органолептических показателей [4] было замечено что проба контроль на 2 день отличалась от проба 1 и 2 по цвету – имела бледно розовы цвет.

На третий день в данной пробе цвет стал более бледным и обрел сероватый оттенок. Проба 2 также так же начала менять свой цвет, а проба 1 по всех показателям соответствовала

На 5 день проба контроль и проба 1 не соответствовала доброкачественному продукту, а проба 2 не имела ни каких отклонений. Лишь на 7 день эксперимента, проба 2 обрела бледно розовый цвет с оттенком сером, по остальным органолептическим показателям, данная проба соответствовала.

На рисунке 3.2.1 представлены котлеты куриный в 0 день эксперимента.

Согласно полученным фотографиям, можно отметить, что все пробы котлет куриных имеют одинаковую форму и цвет- то есть добавленные пищевые добавки не повлияли на цвет куриных котлет.



Рис. 3.2.1. Котлеты куриные в 0 день эксперимента

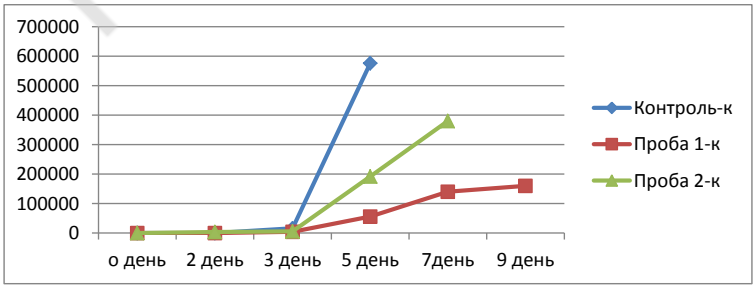


Рис. 3.2.2. Микробиологические показатели котлет куриных

На рисунке 3.2.2 представлены микробиологические показатели котлет куриных – контроль, проба 1 и проба 2.

Из графика видно, что куриная котлета- контроль, на 5 день содержала КМАФАнМ= 5,76 *10^5, что говорит о порчи данного продукта, так как предельно- допустимое количество КМАФАнМ- 5*10^5. Из этих показателей следует, что котлета без содержания консерванта имеет срок годности 3- 4 дня.

Проба 1 и проба 2 на третий день не превышали предельно допустимое количество КМАФАнМ – проба 1- 4*10^3 и соответственно проба 2- 5,6*10^3.

На 5 день в пробе 2 содержание КМАФАнМ было 19,2 *10^4, что не превышало предельно допустимое количество, но по органолептическим показателям данная проба имела не приятный запах – кисловатый, цвет котлеты был бледный с оттенком серого. Данная котлета не обладала товарным видом, хотя по микробиологическим показателям данная проба была пригодной к употреблению.

Проба 2 на 5 день по микробиологическим показателям не превышала предельно допустимое количество КМАФАнМ- 5,6*10^4, по органолептическим показателям была пригодной к употреблению.

На 7 день эксперимента проба 1 и проба 2 превысили предельно допустимое количество КМАФАнМ – проба 1- 1,4*10^5 и соответственно проба 2- 3,8*10^5и были не пригодными.

Проба 1 с использованием консерванта GBBG Regulator увеличила срок годности куриной котлеты с 3 дней до 6 а проба 2 с использованием стартовой культуры Almi B-LC-78 увеличила срок годности куриной котлеты с 3 дней до 4 дней.

На рисунке 3.2.3 представлены содержание влаги в котлетах куриных – контроль, проба 1, проба 2.

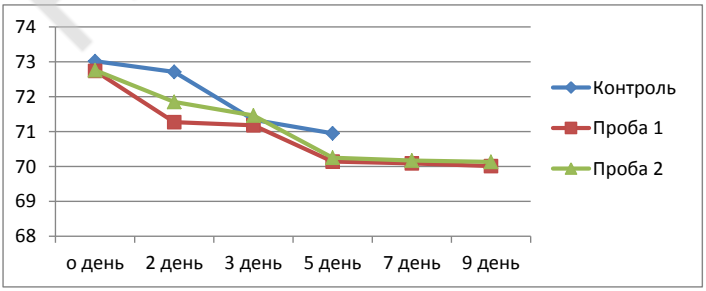


Рис. 3.2.3. Содержание влаги в котлетах куриных

Во время хранения котлет куриных, содержание влаги в них уменьшается.

Можно заметить, что в 1, 2 и 3 дни, содержание влаги уменьшается очень быстро, а начиная с 5 дня, влага уходит медленнее. Это происходит из-за того, что вода с поверхностного слоя продукт испарилась, образовалась корочка на поверхности котлет и затем происходит внутренняя диффузия.

В пробе – контроль резкое уменьшение влаги происходит на 2 день. За 5 дней хранения проба контроль потеряла 2,07 % влаги – 2,07 %. Проба 1 за 9 дней хранения потеряла 2,73% влаги, а проба 2- 2,63 %.

На рисунке 3.2.4 представлено содержание жира в котлетах куриных: контроль, проба 1, проба 2.

Из графика можно заметить, что на 3 день все три пробы по содержанию жира приблизительно равны (контроль – 11,69; проба 1 – 11,53; проба 2 – 11,67).

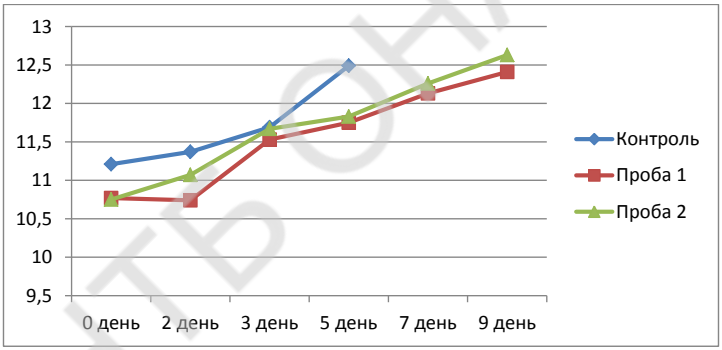


Рис. 3.2.4. Содержание жира в котлетах куриных

Резкое увеличение жира происходит в 1, 2 и 3 дни, это происходит из-за того, что в этот период хранения уменьшается содержание влаги в продуктах. После 3-го дня содержание жира увеличивается, но незначительно.

По окончанию эксперимента, можно сказать, что наилучшие показатели были у пробы 1, где использовался консервант GBBG Regulator, по органолептическим показателям, микробиологическим показателям и по физико-химическим.

•Котлеты говяжьи

Исходя из органолептических показателей [4], можно отметить, что консерванты используемые в котлетах говяжьих повлияли на органолептические показатели данный мясных продуктов. Так на 3 день эксперимента, проба контроль обрела темно коричневый цвет, что говорит о начале биохимических процессов порчи мясного продукта. По сравнению с куриной пробой контроль, которая на 2 день уже имела изменения в цвете, говяжья котлета лишь на 3 день обрела темно коричневый цвет.

В пробе 1 на 7 день эксперимента появился оттенок коричневого, по остальным показателям данная проба соответствовала доброкачественному продукту. Проба 2 на 7 день соответствовала по всем показателям.

На 9 день эксперимента исследуемые пробы имели отличия только в цвете и запахе: проба 1 красно коричневый цвет и присутствовал аромат кислого; проба 2 отличалась лишь цветом – имела темно красный цвет, по всем остальным показателям данная проба соответствовала доброкачественному продукту.

На рисунке 3.2.5 представлены котлеты говяжьи на 2 день эксперимента.



Рис. 3.2.5. Котлеты говяжьи на 2 день эксперимента

Из представленных фотографий можно отметить, что проба контроль обладает более темным цветом, что остальные пробы.

На рисунке 3.2.6 представлены микробиологические показатели котлет говяжьих.

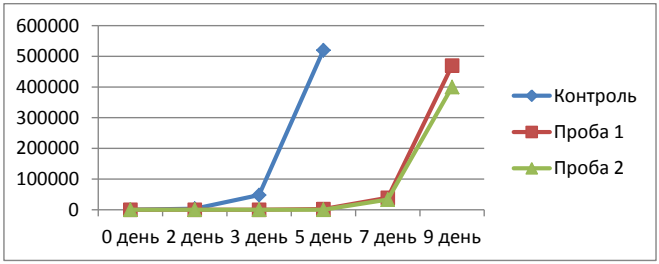


Рис. 3.2.6. Микробиологические показатели котлет говяжьих

Из графика 3.2.6 видно, что говяжья котлета- контроль на 5 день эксперимента содержала КМАФАиМ 5,2 *10^5, что говорит о порчи данного пищевого продукта, из этого следует, что котлета говяжья имеет срок годности 3-4 дня, не более.

Проба 1 и проба 2 на 5 день эксперимента не превысили предельно- допустимое количество КМАФАнМ. По сравнению с куриной котлетой- пробой 2, которая на 5 день эксперимента по микробиологическим показателям являлась пригодной, а по органолептическим показателям имела не приятный запах, говяжьи же котлеты (проба 1 и проба 2) как и по микробиологическим показателям так и по органолептическим показателям являлись пригодными к употреблению.

Резкое увеличение общей обсемененности в мясных продуктах-котлетах говяжьих происходят на 7-й и 9-й день. По полученным данным, мы видим, что превышение предельно допустимого количества КМАФАнМ происходят на 9 день как в пробе 1 так и в пробе 2, по этому срок годности данных продуктов мы увеличили с помощью консервантов с 3-4 дней до 8 дней.

На рисунке 3.2.7 представлены содержание влаги котлет говяжьих.

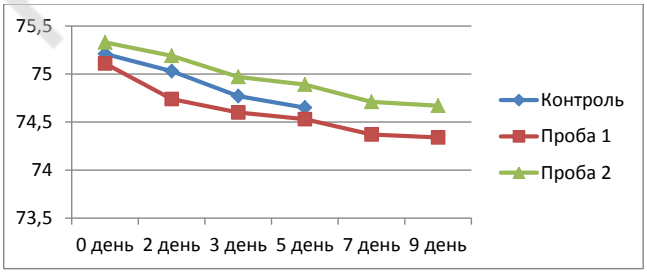


Рисунок 3.2.7 Содержание влаги в котлетах говяжьих

Резкое уменьшение влаги во всех пробах происходят в первые три дня, затем влага уходит, но медленнее. Данные потери влаги происходят в начале хранения, так как сначала уходит влага с поверхности продукта, затем образовывается корочка на котлете и влага уходит, но медленнее чем в начале.

За 5 дней хранения, проба контроль потеряла 0,56 % влаги, по сравнению с куриной котлетой – контроль, которая потеряла 2,07 % влаги. Проба 1 за время эксперимента (9 дней) потеряла 0,76% влаги, а проба 2 – 0,66% влаги.

На рисунке 3.2.8 представлены содержание жира в котлетах говяжьих.

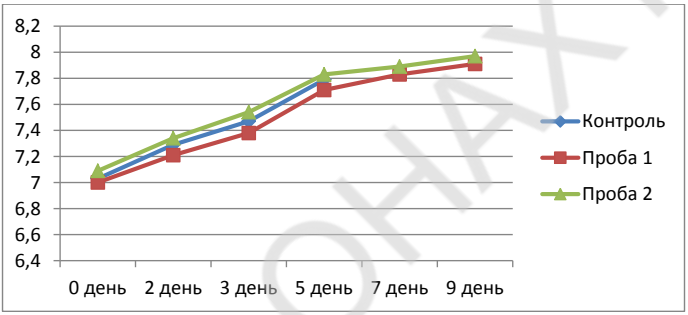


Рисунок 3.2.8 Содержание жира в котлетах говяжьих

По полученным данным видим, что содержание жира за время хранения увеличивается, но не значительно.

За период хранения, количество жира увеличилось на – контроль-0,76 г, проба 1 – 0,91 г, проба 2 – 0,88 г.

Выводы

По полученным результатам были сделаны следующие выводы:

1. Применения консерванта RegulatorGBBG [9] в котлетах куриных повлиял на органолептические показатели, физико-химические и микробиологические – положительно. Так как куриное мясо является более подверженным обсеменению микроорганизмами, данный консервант замедлил развитие КМАФАнМ, а так же увеличил срок годности куриной котлеты с 3 дней до 6;
2. Консервант B-LC-78 (стартовая культура) в куриной котлете показал отрицательные результаты. Были отмечены отклонения как в органолептических показателях так и в микробиологических,

при этом данный консервант увеличил срок годности куриной котлеты с 3 дней до 4.

3. Применение консерванта AlmiVegFresh [10] в котлетах говяжьих показал положительные результаты. Исходя из полученных данных, консервант AlmiVegFresh [10] увеличил срок годности говяжьеий котлеты с 3 дней до 8- микробиологическим данным, а по органолептическим данным на 7 день были изменения в цвете пищевого продукта

4. Консервант MegaFresh показал наилучшие результаты в данном исследовании. Согласно полученным данным, консервант MegaFresh увеличил срок годности котлеты говяжьей с 3 дней до 8, при этом не было изменений по органолептическим данным.

Список использованной литературы

1. Антипова, Л.В., Глотова, И.А., Рогов, И.А. *Методы исследования мяса и мясных продуктов*. Москва: Колос С, 2004. ISBN 5-9532-0187-7.

2. Агульник, М.А., Корнеев, И.П. *Микробиология мяса, мясопродуктов и птицепродуктов.*Москва:Пищевая промышленность, 1972. Б-120.

3. Гущин, В.В. и др. *Технология полуфабрикатов из мяса птицы*. Москва: Колос, 2002. ISBN 5-10-003815-2.

4. Зинина, О.В., Гаврилова, Е.В., Рязанова К.С. *Определение качественных показателей полуфабрикатов мясных рубленых функциональной.* В: *Молодой ученый*. 2014, nr.8, pp. 179-182.

5. Рязанова, К.С. *О качестве и безопасности полуфабрикатов мясных рубленых.* В: *Молодой ученый.*2015,nr. 7, pp. 202-204.

6. Марх, А.Т. и др. *Технохимический контроль консервного производства*. Краснодар: Агропромиздат, 1989. ISBN 5-10-000134-8.

7. № 221. *Правила, касающиеся микробиологическихкритериев для пищевых продуктов.* От 24.09.2009.

8. Спецификация.*Альми котлеты комби 21512166.* Офтеринг, 05.04.2017.

9. Спецификация. *Арт. № 350/34 GBBG.*

10. Спецификация. *Вег Фреш1052068.*

USING OF NEW PROGRESSIVE TECHNIQUES FOR STUDY OF THE COW'S MILK QUALITY AND SAFETY

Author – Polunina T.
Supervisor – Radchenko A.
Kharkiv State University of Food Technology and Trade

The actual problem of studying the quality of cow's milk and methods that are used to determine its quality, safety and ways of falsification is considered. Analytical review of the literature on the composition of whole milk, the requirements of normative technical documentation and methods for analyzing the quality indicators of cow's whole milk was made. In particular, the following were determined: organoleptic indices, physico-chemical (mass fraction of fat, mass fraction of dry matter, density, titrum acidity); sanitary and hygienic indicators (the content of ammonia, hydrogen peroxide, inhibiting substances and soda).

A new method for analyzing whole soda in milk has been developed. With the help of the existing and developed methods, the analysis of three samples of whole cow's milk was carried out. Metrological comparison of methods was carried out, which reliably showed the absence of differences in the results of accuracy. Also, the presence of soda in samples of whole milk from three producers of the Kharkov region – collective agricultural enterprises "Olkhovka", "Balakleya", "Rodina" was analyzed.

ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ПРОГРЕСИВНИХ МЕТОДИК ПОГЛИБЛЕНОГО ВИВЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ МОЛОКА КОРОВ'ЯЧОГО

Автор – Полуніна Т. В.
Керівник – Радченко А. Е.
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Вступ

Цільне молоко, або незбиране, є важливим харчовим продуктом та первинною сировиною для виробництва будь-яких молочних продуктів. На теперішній час основна маса незбираного молока

поступає до кінцевого споживача (населення) або до переробника (молокозаводи) від крупних КСП та фермерських господарств та певна доля від приватних господарів. Поряд з питаннями заготівлі, транспортування та зберігання незбираного молока гостро стоїть питання контролю якості, так як від якості вихідного молока залежать як споживчі властивості молока, як продукту споживання, так і якість різноманітних молочних продуктів, які будуть в подальшому вироблені з цільного молока. Таким чином, аналіз якості молока є постійно актуальною задачею.

В питаннях аналізу якості молока незбираного в теперішній час актуальною проблемою, що постійно загострюється, є проблема фальсифікації молока. Фактично, фальсифікація якісних та кількісних показників молока є оманою споживача та наносить шкоду усім ланкам виробничого процесу, що завдає матеріальні та нематеріальні збитки усім його учасникам. Ще більш тяжкі наслідки може мати фальсифікація молока, що реалізується в роздріб, так як фальсифікуючи речовини можуть наносити певну шкоду здоров'ю та якості життя людини.

Для запобігання надходження фальсифікованого продукту до кінцевого споживача або до переробників потрібні відповідні заходи та методи спрямовані на своєчасне та точне розпізнання фальсифікацій. Це обумовлює високу актуальність розробки нових більш економічних, але з аналогічним рівнем якості (відтворюваності, точності), аналітичних методів, можливо й з метою створення та вдосконалення власної української системи стандартів для визначення фальсифікацій молока цільного та інших продуктів.

1. Аналітичний огляд

Молоко – це біологічна секреторна рідина, що виробляється молочною залозою ссавців та людини в період лактації й призначена для підтримання життя та росту новонародженого потомства [1, 2]. Молоко сире – продукт нормальної секреції молочних залоз однієї або декількох здорових корів, овець, кіз, буйволиць, кобил, температура якого не перевищує 40°. С і який не піддавався будь-якій обробці (далі – молоко).

Висока харчова цінність обумовлена оптимальним вмістом у ньому білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей та вітамінів, до того ж співвідношення та форма у якої компоненти присутні у молоці сприяють їх гарному перетравленню та засвоєнню. Розрізняють дійсні

компоненти молока, які синтезуються у процесі обміну речовин при секреції молока та недійсні (чужорідні, сторонні) – антибіотики, гербіциди, інсектициди, радіоізотопи, детергенти, афлатоксини, дезінфектанти тощо [2]. Також в свою чергу компоненти молока поділяють на головні та другорядні, виходячи з їх вмісту в молоці. До головних відносять воду, білок, жир, лактозу, та мінеральні речовини, до другорядних – вітаміни, ферменти, гормони, фосфатиди, гази та інше [2]. Молоко незбиране, що використовується безпосередньо як харчовий продукт та молоко незбиране, що є сировиною для виробництва молочних продуктів підлягає обов'язковій стандартизації.

Якість молока коров'ячого питного регламентується загальними технічними умовами Державного стандарту України ДСТУ 2661-2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови», який поширюється на коров'яче питне молоко (з наповнювачами чи без них), що піддане нормалізації, тепловій обробці, охолоджене та призначене для безпосереднього застосування в їжу.[3]

Якість молока коров'ячого незбираного регламентована ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі», який поширюється на незбиране сире коров'яче молока під час закупівлі у молочних ферм, колективних сільськогосподарських підприємств, підприємств приватних і фермерських господарств [4].

Загальними технічними вимогами на молоко незбиране передбачено отримання його від здорових корів [5]. Продаж молока на розлив в тару покупців регулюється відповідними тех. регламентами та Законом України: «Про молоко та молочні продукти». Згідно з якими, молоко повинно продаватися зі спеціалізованого транспорту з написом «Молоко». Виробник повинен мати декларацію про відповідність на сире молоко; дозвіл від ветеринарно-санітарних служб, а також документи, що дозволяють реалізацію молока у вільний продаж від місцевих органів санепіднагляду. На бочки (молоковози) також оформляються санітарні документи [7].

Умови зберігання молока у виробників повинні відповідати вимогам "Санітарних і ветеринарних правил для молочних ферм, колгоспів, радгоспів і підсобних господарств", які затверджені у встановленому порядку [5]. Транспортування молока повинно проводитись в автоцистернах згідно з ГОСТ 9218 [6], або у флягах згідно з ГОСТ 5037 [7]. Цистерни та фляги з молоком повинні бути щільно закриті кришками з прокладками з харчової гуми. Молоковози і бочки кожен день повинні проходити очистку внутрішньої поверхні. Молоко, яке

не було продано, виливається в каналізацію, або йде на приготування кисломолочних продуктів. Бочки кожен день миють під тиском при температурі 85-90 ° С або обробляють гострою парою. Для додаткової дезінфекції можуть застосовуватися різні антисептичні розчини. Для кращого збереження, перед завантаженням в цистерну молоко охолоджується до + 4 ° С.

Слід відзначити велику кількість вимог, що пред'явлені до молока незбираного та велику кількість методів, що використовуються. Проблемним питанням залишаються методи, що використовуються для аналізу якості молока незбираного. Основним протиріччям методів, що використовуються, є співвідношення "якість визначеного результату / вартість метода". Більшість методів, що використовуються, були створені в СРСР й можливо в дійсних умовах можуть бути вдосконалені або спрощенні для підвищення економічності, як з точки зору реактивів, що використовуються, так і з точки зору зменшення трудових затрат. Нашу увагу привернув з одного боку метод визначення кількісного вмісту соди у молоці, а с другого боку загальний аналіз якості молока, що виробляється в Харківській області, та відповідність його діючим стандартам.

2. Об'єкт, предмет і методи дослідження

Метою даної роботи є розробка нового методу визначення кількісного вмісту соди у молоці незбираному та дослідження основних показників якості молока, що виробляється певними підприємствами Харківської області.

В якості об'єктів дослідження використано проби молока незбираного трьох виробників Харківської області, а саме Колективне сільськогосподарське підприємство (КСП) "Балаклея" у місті Балаклія, КСП "Родина" Богодухівского району у с. Крисіно, КСП "Ольховка", що було відібрано в відповідних місцях продажу згідно з ДСТУ 2661 – 2010 [4].

Предмет дослідження – якість та безпечність молока коров'ячого незбираного.

Вивчення показників якості молока та розробку нового метода кількісного вмісту соди проводили в лабораторії кафедрі товарознавства та експертизи товарів та в лабораторії медико-біологічних проблем та виробництва продукції харчування на кафедрі мікробіології ХДУХТ.

Основні вимоги до якості молока незбираного питного були визначені відповідно до ДСТУ 2661 – 2010 «Молоко коров'яче питне» [4]. Приготування відповідних реактивів було проведено згідно з відповідними ГОСТами. Зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак та запах були визначені за рекомендаціями [8,9]. Визначення масової частки жиру було проведено за ГОСТ 5867 – 90 кислотним методом з використанням жиромеру [10]. Визначення масової частки сухої речовини проводили згідно ГОСТ 3626-73 методом висушування. Розрахунок вели на суху речовину без жиру [11]. Визначення густини молока проводилося за ГОСТ 3625-84 за допомогою ареометра (лактоденсиметра) [12]. Визначення кислотності було проведено згідно з ГОСТ 3624-92 методом ацидіметричного титрування [13]. Визначення мікробіологічних показників згідно з ГОСТ 9225-84. Метод ґрунтується на здатності бактерій групи кишкової палички (БГКП) зброджуватися у поживному середовищі з утворенням кислоти та газу при (37±1)°С на протязі 24 годин. Визначення редуктази з резазурином. З кожної об'єднаної проби виділяли пробу об'ємом по 50 $см^3$. у 3 пробірки відмірювали по 1 $см^3$ робочого розчину резазурину та по 10 $см^3$ молока, що досліджується, з КСП "Балаклея", КСП "Ольховка" та КСП "Родина". Закрили гумовими пробками та перемішали шляхом повільного трикратного перевертання пробірок. Пробірки помістили в редуктазник з t° води 37 °С. Якісне та кількісне визначення соди було проведено за ГОСТ 24065-80 методом зворотного ацидіметричного титрування та якісно індикаторним методом [14]. Визначення присутності аміаку проводилося за ГОСТ 24066-80 Метод дозволяє виявити аміак або солі амонію у сирому молоці вище його природного вмісту [15]. Визначення перекису водню проводилося за ГОСТ 24067-80 [16]. Визначення інгібувальних речовин проводилося за ГОСТ 23454-79 [17].

3. Результати роботи

Згідно з ДСТУ 2661-2010 з органолептичних показників в молоці питному визначають: зовнішній вигляд та консистенцію, колір, смак та запах.

Результати досліджень та висновки наведені у таблиці 2.1.

Таким чином всі досліджені зразки молока відповідали вимогам ДСТУ за органолептичними показниками.

Результати визначення масової частки жиру, сухих речовин, кислотності та густини представлені у таблиці 2.2.

Виявлено, що в молоці КСП “Балаклея” вміст жиру найменший, а найбільший в молоці КСП «Родина». Вміст сухої знежиреної речовини у всіх зразках відповідає вимогам ДСТУ. Густина всіх досліджених зразків молока в межах вимог ДСТУ (не менш ніж 1027 г/см3). Кислотність молока КСП “Балаклея” нижча за вимоги ДСТУ, що може свідчити про фальсифікацію цього молока содою (карбонатом та/або бікарбонатом натрію). Кислотність інших зразків молока знаходиться в межах вимог ДСТУ (не менш 16°Т до 17°Т для вищого ґатунку, до 19°Т для першого, та до 20°Т для другого).

Таблиця 2.1 – Органолептичні показники молока КСП “Балаклея”(1), “Родина”(2), “Ольховка”(3)

Показник	№ зразка	Характеристика зразка
Зовнішній вигляд та консистенція	1	Однорідна рідина без осаду, пластівців білка та грудочок жиру.
	2	
	3	
Колір	1	Білий
	2	Білий з слабким жовтуватим відтінком
	3	Білий з дуже слабким жовтуватим відтінком
Смак та запах	1	Характерний для молока, без сторонніх запахів та присмаків
	2	
	3	

Таблиця 2.2 – Фізико-хімічні показники молока незбираного

Показник	Зразки молока		
	КСП “Балаклея”	КСП “Родина”	КСП “Ольховка”
Волога, %	86,60	86,10	87,50
Вміст сухих речовин, %	10,40	10,20	9,20
Масова частка жиру, %	3,00	3,70	3,30
Густина, г/ $см^3$	1027,0	1030,0	1029,0
Титруєма кислотність, Т	15	18	19

Визначено присутність в молоці незбираному соди, аміаку, перекису водню, які відносяться до консервуючих та нейтралізуючих речовин, а також ми провели визначення інгібувальних речовин з

резазурином. Результати визначення наявності аміаку наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати визначення аміаку в досліджуваних пробах молока

Проба молока	Забарвлення	+ – наявність аміаку, – – відсутність
КСП “Ольховка”	Жовтогаряче	+
КСП “Балаклея”	Лимонно-жовте	–
КСП “Родина”	Лимонно-жовте	–

У дослідженому молоці КСП “Ольховка” спостерігалось жовтогаряче забарвлення. Це свідчить про присутність аміаку вище його допустимого вмісту, який з’явився в молоці у наслідок фальсифікації або порушення санітарних умов отримання молока. У досліджених розчинах молока з КСП “Балаклея” та “Родина” забарвлення було жовто-лимонне, що вказує на присутність аміаку у допустимих для молока межах.

Результати визначення перекису водню в молоці наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати визначення у досліджуваних пробах молока перекису водню

Проба молока	Результати аналізу на наявність перекису водню (зміна кольору через 10 хвилин)	Висновки (+ – наявність перекису водню, – – відсутність)
КСП “Родина”	зміни кольору не спостерігалися	–
КСП “Ольховка”	зміни кольору не спостерігалися	–
КСП “Балаклея”	зміни кольору не спостерігалися	–

Таким чином встановлено що жодна з досліджуваних проб не містить перекису водню, який є однією з фальсифікуючих речовин.

Результати якісного визначення інгібувальних речовин в молоці надані у таблиці 2.5.

НТБОНАХТ

Таблиця 2.5 – Вміст інгібувальних речовин в молоці коров'ячому незбираному

Проба молока	Колір через 15 хвилин після додавання резазурину	Висновок про наявність інгібувальних речовин
КСП "Родина"	Бузково-рожевий	—
КСП "Ольховка"	біло-рожевий	—
КСП "Балаклея"	синє-стальний	+

Встановлено відсутність інгібувальних речовин в молоці незбираному КСП "Родина" та КСП "Ольхівка", та їх наявність в молоці виробництва КСП "Балаклея". До інгібувальних речовин відносяться антибіотики, формалін, перекис водню та інші миючи дизенфікуючі та консервуючи засоби, що можуть потрапити до молока незбираного при його фальсифікації або порушення санітарно-гігієнічних норм [18].

Результати визначення наявності в досліджуваних пробах молока БГКП представлені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати визначення наявності БГКП в молоці

Проба молока	Наявність БГКП (газоутворення через 24 години)
КСП "Родина"	—
КСП "Ольховка"	—
КСП "Балаклея"	+

Газоутворення, що спостерігалося в пробірці з пробою молока КСП "Балаклея", свідчить про наявність в даної пробі БГКП, що свідчить про порушення санітарно-гігієнічних норм та вимагає додаткової термічної обробки продукту перед використанням у харчування [18]. У найменшому із об'ємів молока КСП "Ольховка", а також КСП "Родина", що були засіяні, газоутворення було відсутнє, що дає змогу зробити висновки про відсутність БГКП в досліджених пробах молока.

Показання дослідження редуктази з резазурином зняли через годину. Результати наведені у таблиці 2.7.

НТБ ОНАХТ

Таблиця 2.7 – Результати визначення редуктази в досліджуваних пробах молока.

Проба молока сирого	Тривалість знебарвлення або зміни кольору, г	Забарвлення молока	Орієнтована кількість бактерій в 1 $см^3$ молока, КУО	Клас молока
КСП “Родина”	1	Бузковий з рожевим відтінком	Від 300 000 до 500 000	I
КСП “Ольховка”	1	Бузковий із слабким сірим відтінком	Від 300 000 до 500 000	I
КСП “Балаклея”	1	Сіро-бузковий із сіруватим відтінком	Від 500 000 до 4 000 000	II

Присутність соди в молоці незбираному не допускається, тобто це означає відсутність соди в межах чутливості стандартизованих методів, на які посилається стандарт [5]. Але відомо, що бікарбонати та карбонати є природними компонентами молока [2], хоча й містяться в ньому у мінімальних кількостях, завдяки цьому неможливо використання тільки якісного методу, що гарантує відсутність соди, але не гарантує правильність визначення її наявності. Ця проблема вирішена за допомогою використання методу кількісного визначення соди, що визначає тільки надлишок соди. Метод кількісного визначення соди ґрунтується на озолінні молока та визначенні його лужності (яка в основному обумовлена наявністю гідрокарбонатів та карбонатів, що здатні до гідролізу). З аналітичної точки зору, цей метод належить до об’ємних, або титрометричних, методів аналізу й являє собою різновид кислотно-основного титрування – метод ацидіметрії, який по способу проведення аналізу є методом зворотного титрування за способом окремих наважок. Таким чином необхідно використання двох титрантів – розчину кислоти хлористоводневої, як першого титранта, та розчину натрію гідроксиду, як другого титранту, який використовується для визначення надлишку основного титранту.

РЕПОЗИТАРІЙ

Метод ґрунтується на наступних реакціях:

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

надлишок хлороводневої кислоти, що не прореагував у даних реакціях відтитровується другим титрантом за рівнянням:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

мінімальний надлишок другого титранту підвищує лужність середовища, що призводить до зміни кольору індикатора – фенолфталеїну (pT=8,1 [19]).

Як видно з наведених рівнянь вуглекислота, що виділяється в перших реакціях буде заважати в третьої і тому її треба старанно виділити з розчину, для чого використовується кип’ятіння та додавання нейтрального насиченого розчину кальцію хлориду.

Розробка іншого нового методу можлива внаслідок відомого факту, що карбонати та гідрокарбонати титруються й кислотою напряму. Тому ми вважаємо за доцільне запропонувати метод прямого ацидіметричного титрування для визначення в молоці кількісного вмісту соди.

Метод, що пропонується нами, ґрунтується тільки на реакціях:

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

точка еквівалентності визначається за допомогою індикатору метилоранжу, перехід забарвлення якого (pT=4,3 [20]) незначніше відрізняється від pH розчину вуглекислоти в невеликих концентраціях (pH 4÷5). Мінімальний надлишок титранту гарантовано викликає зміну забарвлення з жовтого на жовтогарячо – рожеве.

Запропонований метод відрізняється від діючого меншою кількістю необхідних реактивів (виключається використання другого титранту – розчину гідроксиду натрію, нейтрального насиченого розчину кальцію хлориду) та виключенням деяких необхідних в діючому методі операцій (додавання надлишку титранту, кип’ятіння), що прискорює проведення аналізу. Знижується також витрата основного титранту – розчину кислоти хлороводневої. Відповідно до

запропонованої методики були змінені й методи розрахунку, що буде продемонстровано далі.

Для дослідження розробленого методу нами було проведено декілька експериментів по визначенню соди в молоці, які також мали на меті визначити та порівняти якість молока деяких виробників Харківської області.

Метод якісного визначення соди в молоці коров'ячому ґрунтується на зміні забарвлення розчину індикатора бромтимолового синього при додаванні його в молоко, що містить соду (карбонат або бікарбонат натрію) [15].

На дослідження надійшло молоко з КСП "Балаклея", "Родина", "Ольховка". Дані візуального спостереження представлені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Якісний аналіз молока, що надійшло на дослідження.

Назва КСП	Кількість молока у досліді, мл	Кількість бромтимолового синього, мл	Результати дослідження
"Балаклея"	5,0	0,5	Зелене забарвлення.
"Ольховка"	5,0	0,5	Жовте забарвлення
"Родина"	5,0	0,5	Жовте забарвлення

У пробірці з молоком КСП "Балаклея" спостерігалося зелене забарвлення кільцевого шару, що свідчить про наявність понад 0,05%, що є мінімальною чутливістю індикаторного методу згідно до ГОСТ 24065 [15]. У пробірках з молоком КСП "Ольховка" та "Родина" кільцевий шар набув жовтого забарвлення, що свідчить про відсутність соді в даних пробах молока. Результати показали, що молоко КСП "Балаклея" містить соду, тому доцільно визначити її кількісний вміст. Для кількісного визначення соди в молоці ми використали два метода – метод, що пропонується ДСТУ 3662 [5], що посилається на ГОСТ 24065 [15], та метод, що пропонується нами. Два паралельних визначення дозволяє нам проаналізувати методи за точністю та відповідністю отриманих результатів. За методом, що рекомендова-

НТБ ОНАХТ

ний ДСТУ, отримані результати по вмісту соди в молоці представлені у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Результати визначення вмісту соди в молоці за методом ДСТУ

№ опр.	m_H	V_{HCl}	V_{NaOH}	% вмісту	X_{CP}
1.	10,00	10,00	4,35	0,575	0,586
2.	10,05	10,00	4,20	0,587	
3.	10,08	10,00	4,10	0,596	
4.	10,00	10,00	4,20	0,591	
5.	10,01	10,00	4,30	0,579	

Проведено статистичну обробку отриманих результатів з використанням критерію Ст'юдента. Результати статистичного аналізу представлені у додатку 3.

Таким чином методом, який наведено в ДСТУ встановлено, що вміст соди (карбонату та/або бікарбонату натрію) в перерахунку на карбонат натрію в проаналізованої пробі молока з вірогідністю 95% дорівнює значенню, що знаходиться в інтервалі (0,59 ± 0,005)%, що перевищує природній вміст соди більш ніж в 20 разів. Паралельно ми проводили кількісне визначення вмісту соди за запропонованим нами новим методом. На відміну від ГОСТ 24065 [15] ми пропонуємо наступну методику визначення:

Методика визначення за розробленим методом: 10,0 г молока поміщають в тигель, що є доведений до постійної маси. Тигель поміщають до водяної бані і випаровують вміст тигля. Потім проводять спалювання на електричній пічці та озоління у муфельній пічці при температурі 500 ± 50˚С . Після закінчення озоління додають 25 мл свіжопрокип'яченої води та кількісно переносять вміст тигля до конічної колби на 200 мл (повторити двічі по 25 мл кип'яченої дистильованої води). До вмісту колби додають 2-3 краплі індикатору метилоранжу та титрують розчином HCl до стійкого протягом не менш півхвилини жовтогарячо-рожевого забарвлення.

Відсотковий кількісний вміст соди в молоці розраховують за наступною формулою 2.10:

$$\% = \frac{V_{HCl} \times КП \times T \times 100}{m_H} - 0{,}025\,, \qquad (2.10)$$

де V_{HCl} – об'єм розчину HCl, що пішов на титрування, мл ($см^3$);

КП – коефіцієнт поправки до молярної конц-ії використаного розчину HCl;

Т – коефіцієнт перерахунку на натрію карбонат, що дорівнює 0,0106 згідно [15];

m_H – маса наважки молока, г

0,025 – масова доля Na_2CO_3 у незбираному коров'ячому молоці, %

Аналогічно проведено 5 визначень наявності соди в молоці, дані цих визначень наведено у таблиці 2.10. Для практичного використання метода, ми вважаємо, що кількісний вміст соди може бути вірогідно визначений за результатами двох випробувань, за умови, що різниця в кінцевому результаті не перевищує 0,1%.

Таблиця 2.10 – Результати визначення вмісту соди в молоці за розробленим методом

№ опр.	m_H	V_{HCl}	% вмісту	X_{CP}
1.	10,11	5,75	0,577	0,587
2.	10,01	5,80	0,589	
3.	10,05	5,90	0,597	
4.	10,03	5,85	0,593	
5.	9,96	5,70	0,581	

Для даного визначення розробленим методом проведено статистичну обробку аналогічну як й для метода, що запропонований [15]. Дані статистичної обробки наведені у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Результати статистичної обробки результатів визначення соди отриманих за розробленим методом

N	f	X_{CP}	S^2	S	P	$t_{P,f}$	ΔX	ε, %
5	4	0,587	$6,5 \cdot 10^{-5}$	0,0080	95%	2,777	0,004	0,76

При порівнянні розрахованих статистичних параметрів для обох методів для визначення невідомого вмісту соди в молоці не можна встановити різницю між двома методами. Обидва методи мають близьке значення відносної похибки (0,82% для метода [16] та 0,76% для розробленого метода), вміст соди в перерахунку на карбонат натрію має близьке значення й середнього (0,586 та 0,587 відповідно) й довірчого інтервалу (± 0,005 та ±0,004 відповідно).

Для достовірного метрологічного порівняння розробленого та діючого методу проведено експеримент, щодо відтворюваності методу з використанням критерію Фішера.

Суть експерименту та результати наведено в додатку 4. З додатку видно, що розрахований критерій Фішера менш за його табличне значення, що дозволяє зробити висновок о рівнозначності методів при даних умовах (точніше, о неможливості вибрати з них найбільш відтворюваний метод).

Висновки

1. Проведено аналітичний огляд літератури з питань складу та фізико-хімічних властивостей молока незбираного, його біологічних властивостей, нормативно-технічної документації та методів аналізу якості молока незбираного як сировини та як продукту харчування. Виявлено існування такого проблемного питання як методи аналізу, що використовуються для визначення показників якості молока незбираного.

2. Були визначені основні показники якості молока незбираного трьох виробників Харківської області: КСП «Балаклея», КСП «Родина» та КСП «Ольховка». Зокрема були визначені: органолептичні та фізико-хімічні показники, а саме масова частка жиру, масова частка сухої речовини, густина, титруєма кислотність; санітарно-гігієнічні показники, а саме вміст аміаку, перекису водню, інгібувальних речовин та соди..

3. Розроблено новий метод аналізу в молоці незбираному соди, яка є фальсифікуючою речовиною. За допомогою існуючого та розробленого методів було проведено аналіз проб молока вищевказаних виробників. Було також проведено метрологічне порівняння методів, яке достовірно показало невідрізненність результатів за точністю та відтвореністю. В той же час розроблений метод характеризується меншим часом потрібним на окреме визначення, меншою кількістю реактивів. Проведенні дослідження дозволяють зробити висновок, що молоко незбиране КСП “Балаклея” не відповідає вимогам ДСТУ внаслідок присутності в ньому соди (карбонату та гідрокарбонату натрію) понад природного вмісту.

Встановлено, що усім вимогам ДСТУ відповідала проба молока КСП «Родина», проба молока КСП «Ольховка» не відповідала вимогам ДСТУ за показником наявності аміаку, який був визначений в надприродній кількості, що може свідчити про порушення санітарно-

гігієнічного стану. Найбільша кількість невідповідностей вимогам ДСТУ спостерігалася для проби молока КСП "Балаклея". Дане молоко не відповідає вимогам ДСТУ за титрованою кислотністю. Також в ньому визначено вміст інгібувальних речовин та соди, що є недопустимо згідно до ДСТУ. Проведено мікробіологічний аналіз молока вищевказаних виробників. Молоко КСП "Родина" та КСП "Ольховка" відповідали вимогам ДСТУ та були віднесені до І класу (за даними проби з резазурином), проба молока КСП "Балаклея" містила бактерії групи кишкової палички, що свідчить про порушення санітарно-гігієнічних норм доїння та утримання худоби. За пробою з резазурином молоко КСП "Балаклея" віднесено до ІІ класу. Але за сумою показників якість молока КСП "Балаклея" слід визнати незадовільним.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про молоко та молочні продукти» // від 24 червня 2004 року N 1870-IV – (Відомості Верховної Ради України (ВВР) [зі змін. та допов., N 191-VIII (191-19) від 12.02.2015, ВВР, 2015, N 21, ст.133]. – Київ.

2. Гніцевич В. Перспективи впровадження технологій оздоровчих продуктів на основі ферментованих молочної сироватки / В.Гніцевич, Н.Чикун, Ю. Гончар // Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 25-26 травня 2017 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2017 р. – С 14–16.

3. Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови : ДСТУ 2661 – 2010. – [Чинний від 2011–10–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2011. – 13 с. (Національні стандарти України).

4. Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі : ДСТУ 3662 – 97 [Чинний від 1998–01–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 1998. – 9 с. (Національні стандарти України).

5. Барабанщиков Н.В. Качество молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 1980. – 255 с.

6. Sun food. Взгляд из нутри. Молоко из бочки [Электронный ресурс] : [Веб–сайт]. – Электронные данные. – I.UA 2006–2018. Режим доступа: http://sunfood.com.ua/4to_mi_edim/vzgljad-iznutri-moloko-iz-bochki.html.

7. Цистерны для пищевых жидкостей, устанавливаемые на автотранспортные средства. Общие технические условия ГОСТ 9218 – 86

[Действующий от 1987–01–01]. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1986. – 8 с. (Межгосударственный стандарт).

8. Фляги металлические для молока и молочных продуктов. Технические условия ГОСТ 5037 – 78 [Действующий от 1980–01–01]. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1985. – 11 с. (Государственный стандарт союза ССР).

9. Исследование продовольственных товаров / Боровникова Л.А., Гримм А.И., Дорофеев А.Л. и др. – М.: Экономика, 1980. – 336 с.

10. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. Справочник. – М.: Колос, 2000. – 280 с.

11. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира ГОСТ 5867 – 90 [Действующий от 1991–01–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 12 с. (Межгосударственный стандарт).

12. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества ГОСТ 3626 – 73 [Действующий от 1974–07–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 11 с. (Межгосударственный стандарт).

13. Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности ГОСТ 3625 – 84 [Действующий от 1985–07–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 13 с. (Межгосударственный стандарт).

14. Молоко и молочные продукты. Методы определения кислотности ГОСТ 3624 – 92 [Действующий от 1994–01–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 7 с. (Межгосударственный стандарт).

15. Молоко. Методы определения соды ГОСТ 24065 – 80 [Действующий от 1981–07–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 3 с. (Межгосударственный стандарт).

16. Молоко. Метод определения аммиака ГОСТ 24066 – 80 [Действующий от 1981–07–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 2 с. (Межгосударственный стандарт).

17. Молоко. Метод определения перекиси водорода ГОСТ 24067 – 80 [Действующий от 1981–07–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 2 с. (Межгосударственный стандарт).

18. Молоко. Методы определения ингибирующих веществ ГОСТ 23454 – 79 [Действующий от 1980–01–01]. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 5 с. (Межгосударственный стандарт).

19. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов от 1 августа 1989 года №5061–89. М.: Изд-во стандартов (1990 г.), – 185 с.

ДОДАТОК 1

Хімічний склад молока цільного коров'ячого

Компонент молока	Одиниця виміру	Вміст у 100 г молока	
		Середнє	Інтервал коливань
1	2	3	4
Вода	г	87,3	85,5 – 88,8
Суха речовина	г	12,7	11,2 – 14,5
Білки	г	3,2	3,05 – 3,85
у тому числі:			
Казеїн	г	2,6	2,2 – 3,0
Сироваткові білки	г	0,6	0,5 – 0,8
Ферменти	г	0,025	0,02 – 0,03
Жири	г	3,6	3,12 – 4,6
у тому числі:			
Тригліцериди	г	3,5	3,0 – 4,5
Фосфоліпіди	г	0,03	0,007 – 0,04
Холестерин	г	0,01	0,01 – 0,04
Вуглеводи (лактоза)	г	4,8	4,43 – 5,23
Органічні кислоти (лимонна)	г	0,16	0,15 – 0,2
Мінеральні речовини (зола)	г	0,7	0,6 – 0,8
Гази:			
Диоксид вуглецю	г	10	–
Кисень	г	1,6	–
Азот	г	0,6	–
Амінокислоти	мг	3144	–
Незамінні	мг	1385	–
у тому числі:			
Валін	мг	191	102 – 257
Ізолейцин	мг	189	–
Лейцин	мг	283	228 – 543
Лізин	мг	261	212 – 309
Метіонін	мг	83	59 – 100
Триптофан	мг	50	–
Треонін	мг	153	140 – 175
Фенілаланін	мг	175	110 – 198
Замінні:	мг	1759	–

НТБОНАХТ

1	2	3	4
у тому числі:			
Аланін	мг	98	88 – 165
Аргінін	мг	122	86 – 151
Аспарагінова кислота	мг	219	189 – 309
Гістидин	мг	90	52 – 135
Глутамінова кислота	мг	509	463 – 800
Гліцин	мг	47	46 – 71
Пролін	мг	278	196 – 378
Серин	мг	186	89 – 225
Тирозин	мг	184	111 – 225
Цистин	мг	27	21 – 76
Жирні кислоти	г	3,42	–
Насичені	г	2,15	–
у тому числі:			
$C_{4:0}$	г	0,11	0,01 – 0,19
$C_{6:0}$	г	0,08	0,02 – 0,15
$C_{8:0}$	г	0,04	0,02 – 0,11
$C_{10:0}$	г	0,09	0,01 – 0,19
$C_{12:0}$	г	0,10	0,01 – 0,19
$C_{14:0}$	г	0,51	0,19 – 0,93
$C_{16:0}$	г	0,64	0,4 – 1,87
$C_{17:0}$	г	0,02	0,01 – 0,3
$C_{18:0}$	г	0,35	0,01 – 0,4
$C_{20:0}$	г	0,04	0,01 – 0,06
Мононенасичені	г	1,06	–
у тому числі			
$C_{14:1}$	г	0,05	0,01 – 0,08
$C_{16:1}$	г	0,09	0,05 – 0,19
$C_{18:1}$	г	0,78	0,30 – 1,59
Поліненасичені	г	0,21	–
у тому числі:			
$C_{18:2}$	г	0,09	0,03 – 0,15
$C_{18:3}$	г	0,03	0,01 – 0,04
$C_{20:4}$	г	0,09	0,01 – 0,1
Макроелементи:	мг		
Кальцій	мг	120	97 – 159
Калій	мг	146	100 – 185

НТБОНХТ

1	2	3	4
Магній	мг	14	6,2 – 35
Натрій	мг	50	32 – 75
Фосфор	мг	90	36,7 – 129
Сульфур	мг	29	28,4 – 80
Хлор	мг	110	90 – 234
Мікроелементи	мкг		
Алюміній	мкг	50	15 – 140
Барій	мкг	10,5	3,3 – 25
Бор	мкг	30	10 – 100
Бром	мкг	20	13 – 63,3
Ванадій	мкг	15,4	0,8 – 30,1
Залізо	мкг	67	27 – 120
Йод	мкг	9	1 – 34
Кадмій	мкг	1,8	1,5 – 3,7
Кобальт	мкг	0,8	0,5 – 25
Сіліциум	мкг	20,4	33 – 250
Літій	мкг	19	–
Манган	мкг	6	3 – 26
Мідь	мкг	12	2 – 72
Молібден	мкг	5	1,1 – 15
Нікель	мкг	2,3	0,5 – 5
Селен	мкг	2	0,29 – 100
Срібло	мкг	3,5	1,5 – 5,9
Стронцій	мкг	17	1,7 – 48
Стібіум	мкг	2,5	1,7 – 3,0
Флуор	мкг	20	0,2 – 29
Хром	мкг	2	1,5 – 6,2
Цинк	мкг	400	200 – 700
Вітаміни	мг		
A	мг	0,03	0,004 – 0,1
β-каротин	мг	0,02	0,002 – 0,04
D	мг	0,05	0,01 – 0,08
E	мг	0,09	0,02 – 0,3
K	мг	0,03	0,01 – 0,04
C	мг	1,5	0,55 – 3,5
B_5	мг	0,05	0,01 – 0,55
B_6	мг	0,4	0,2 – 30

НТБ ОНАХТ

1	2	3	4
Біотин (Н)	мкг	3,2	2,1 – 10
Ніацин (РР)	мг	0,1	0,8 – 24
Пантотенова кислота (B_3)	мг	0,38	0,26 – 0,64
Рибофлавін (B_2)	мг	0,15	0,06 – 0,3
Тіамін (B_1)	мг	0,04	0,01 – 0,08
Фолацин, (B_C)	мкг	5	сліди – 20
Вітаміноподібні речовини	мг		
Mio-інозит	мг	11	6 – 38
п-амінобензойна кислота	мг	0,01	0,004 – 0,02
Оротова кислота	мг	10	0,42 – 40

ДОДАТОК 2

Основні жирні кислоти молочного жиру

Жирні кислоти	Тривіальна назва	Хімічна формула	Масова доля у жирі, %
Ненасичені	Масляна	C_3H_7COOH	2,5-5,0
	Капронова	$C_5H_{11}COOH$	1,3-2,2
	Каприлова	$C_7H_{15}COOH$	0,8-2,5
	Капринова	$C_9H_{19}COOH$	1,8-3,8
	Лауринова	$C_{11}H_{23}COOH$	2,0-5,0
	Мірістинова	$C_{13}H_{27}COOH$	7,0-11,0
	Пальмітинова	$C_{15}H_{31}COOH$	25,0-35,0
	Стеаринова	$C_{17}H_{35}COOH$	5,5-10,5
	Арахінова	$C_{19}H_{39}COOH$	0,4-1,2
Ненасичені			
з одним ненасиченим зв’язком	Мірістолеінова	$C_{13}H_{25}COOH$	1,83-1,94
	Пальмітолеінова	$C_{15}H_{29}COOH$	3,0-3,5
	Олеїнова	$C_{17}H_{33}COOH$	25-45
з двома ненасиченими зв’язками	Лінолева	$C_{17}H_{31}COOH$	2,0-3,0
з трьома ненасиченими зв’язками	Ліноленова	$C_{17}H_{29}COOH$	до 1,8
з чотирма ненасиченими зв’язками	Арахідонова	$C_{19}H_{31}COOH$	0,3-1,7

НТБ НУХТ

ДОДАТОК 3

Результати статистичної обробки результатів визначення соди отриманих за методом ДСТУ

N	f	X_{CP}	S^2	S	P	$t_{P,f}$	ΔX	ε, %
5	4	0,586	$7{,}4 \cdot 10^{-5}$	0,0086	95%	2,777	0,005	0,82

У даній таблиці та далі:
N – кількість випробувань;
f – кількість ступенів свободи;
X_{CP} – середнє вибірки;
S^2 – дисперсія;
S – стандартне відхилення середнього результату;
P – довірча імовірність постановки задачі;
$t_{P,f}$ – табличне значення критерію Ст'юдента;
ΔX – полуширина довірчого інтервалу досліджуваного параметру
ε, % – відносна похибка досліджуваного параметру.

ДОДАТОК 4

Визначення вмісту соди в молоці за стандартним та розробленим методами

Суть експерименту полягає в тому, що точну аліквоту 1,00 см^3 розчину натрію гідрокарбонату б/в (0,0396 г/мл, що в перерахунку на карбонат натрію складає 0,0500 г/мл) ми додавали до 20 проб молока по 9,0 см^3, що мали негативну реакцію на соду за пробою з бромтимоловим синім. Після розчинення при постійному рівномірному перемішуванні протягом 1 години, проводили визначення відсоткового вмісту соди (у перерахуванні на карбонат) в 10 пробах за методом [17] (метод 1) та в 10 пробах за розробленим методом (метод 2). Результати обох визначень наведені у табл. 4.1. та 4.2. відповідно.

Таблиця 4.1 – Результати визначення вмісту соди в молоці за методом 1

№ опр.	m_H	V_{HCl}	V_{NaOH}	% вмісту	X_{CP}
1	2	3	4	5	6
1.	10,03	10,00	5,30	0,473	0,504
2.	10,06	10,00	4,55	0,550	
3.	10,00	10,00	4,85	0,522	
4.	10,01	10,00	4,80	0,527	

1	2	3	4	5	6
5.	10,02	10,00	5,10	0,494	
6.	10,06	10,00	4,95	0,508	
7.	10,04	10,00	5,15	0,488	
8.	10,08	10,00	5,00	0,502	
9.	10,00	10,00	5,25	0,480	
10.	9,98	10,00	5,15	0,491	

Таблиця 4.2 – Результати визначення вмісту соди в молоці за розробленим методом

№ опр.	m_H	V_{HCl}	% вмісту	X_{CP}
1.	10,04	5,25	0,529	0,503
2.	10,03	5,00	0,503	
3.	9,99	5,15	0,521	
4.	10,08	5,10	0,511	
5.	9,96	5,05	0,512	
6.	9,98	4,80	0,484	
7.	10,00	4,70	0,473	
8.	10,02	4,80	0,482	
9.	10,01	5,00	0,504	
10.	10,00	5,10	0,515	

Таблиця 4.3 – Порівняльна метрологічна характеристика двох методів (діючого та запропонованого) визначення кількісного вмісту соди в молоці

	Метод 1	Метод 2
μ, %	0,500	
N	10	
f	9	
X_{CP}, %	0,504	0,503
S^2	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-4}$
S	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$
P	95%	
$t_{P,f}$	2,26	
ΔX, %	0,0054	0,0042
ε, %	1,08	0,83
$t_{розр}$	1,46	1,81
Δ	0,70 (0)	0,67 (0)

НТБ ОНАХТ

P_F	99%
F (P_F ,f_1, f_2)	5,351
$F_{розр}$	1,679

Дані для цієї таблиці можуть бути інтерпретовані наступним чином:

ΔX – напівширина довірчого інтервалу досліджуваного параметру, значення ΔX в сукупності з X дає значення довірчого інтервалу, тобто розбігу значень серед яких з довірчою імовірністю P знаходиться істинне значення невідомого параметру, що визначається.

ε, % – у обох досліджуваних методів значення відносної похибки досить мали та не перевершують 2%, що дозволяє обидва методи віднести до аналітичних методів.

$t_{розр}$ – розрахований критерій Ст'юдента, даний параметр необхідний для визначення систематичної похибки метода, при $t_{розр} > t_{P,f}$ можна зробити висновок про наявність у метода систематичної помилки. З даних таблиці 2.8. бачимо, що у обох методів з вірогідністю P систематична помилка відсутня, так як обидва розрахованих критерію Ст'юдента менше за табличне значення. Таким чином, це можна вважати експериментальним доведенням й того факту, що коефіцієнт 0,025, що показує вміст соди у природному молоці, є вірним і у нашому регіоні.

$F_{розр}$ – розрахований критерій Фішеру:

при $F_{розр} > F$ (P_F ,f_1, f_2) можна зробити висновок про більшу відтворюваність першого методу.

НТБОНАХТ

RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF DEVELOPED FUNCTIONAL PRODUCTS FOR PROFILACTIC TREATMENT

Author – Zymlianskyi M.
Supervisor – Kaliuzhna O.
National University of Pharmacy

The purpose of this scientific work was to investigate the indicators of quality and effectiveness, indicating the potential therapeutic and prophylactic properties of developed functional dairy products.

The main tendencies of the market development of functional sour-milk products are selected, promising for the production of KMP: enriched yoghurts, non-traditional sour-milk drinks kumis, tan, ayran, probiotic sour-milk drinks and industrial samples of beverages available on the Ukrainian market. The composition and technology of these products are developed, laboratory samples are made. The basic indicators of quality and efficiency of the offered products, namely qualitative and quantitative composition, antimicrobial and adhesive properties, acid formation, are determined. All developed products have a high level of properties, which allows them to be recommended as effective therapeutic and prophylactic means.

For the first time on the basis of the complex of research the theoretical and experimental basis of the composition and developed the technology of manufacturing functional dairy products: yogurts, enriched with extract of stevia and rose hip syrup, non-traditional sour-milk drinks of kumis, tan, ayran, probiotic sour-milk drinks based on cow's and goat's milk and commercially available fermentation drugs and their effectiveness as a therapeutic and prophylactic means.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНИХ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ

Автор – Романченко Н.О.
Керівник – Палагін В.В.
Національний фармацевтичний університет

Вступ

Актуальність роботи. Про користь кисломолочних продуктів сьогодні відомо кожній людині, яка веде здоровий спосіб життя. Зростання інтересу споживачів до кисломолочних продуктів обумовлено доведенням їх позитивного впливу на організм людини [3, 5-7, 9]. У більшості країн світу, зокрема в Україні, в раціоні людини найчастіше використовується коров'яче молоко, рідше – козяче, овече, кобиляче, ще рідше – верблюже, буйволове, оленяче [5, 6]. На основі різних видів молока й корисних мікроорганізмів шляхом сквашування отримують різні види кисломолочних продуктів (КМП). Для нашого регіону традиційними КМП є: кефір, ряжанка, йогурт, сметана. У зв'язку з актуальністю здорового харчування на ринку з'являються КМП, збагачені додатковими компонентами із лікувально-профілактичними властивостями (екстрактами та сиропами рослин, пребіотиками, вітамінами тощо), та нетрадиційні для наших регіонів кисломолочні продукти на основі як традиційного для нас коров'ячого молока, так й інших видів молочної сировини [5, 9, 10]. До новинок для нашого ринку можна віднести айран, тан, кумис, мацун тощо. Зростаюча популярність нетрадиційних КМП зумовлена їх вираженим лікувально-профілактичним ефектом на організм людини [7, 9]. Таким чином, на сьогоднішній день виробництво функціональних кисломолочних напоїв із вираженим лікувально-профілактичним ефектом на основі доступної для нашого регіону сировини є актуальним, тому вже декілька років на кафедрі біотехнології Національного фармацевтичного університету розробляються технології виробництва таких продуктів. Так, вже створено дванадцять видів функціональних кисломолочних напоїв: йогурту, збагаченого екстрактом стевії, із потенційними дієтичними та лікувально-профілактичними властивостями, що особливо важливо для хворих на цукровий діабет; йогурту, збагаченого сиропом шипшини, із потенційними дієтичними та імуностимулюючими властивостями, що важливо для дітей, людей похилого віку та людей із зниженим імунітетом; серії «нетрадиційних» функціональних напоїв кумису, тану та айрану з використанням доступної та традиційної для нашого регіону молочної сировини – коров'ячого та козячого молока та комерційно доступних заквашувальних препаратів; пробіотичних кисломолочних напоїв на основі коров'ячого та козячого молока та заквасок «Біфівіт» та «Сімбітер», рекомендованих для дитячого харчування. На сьогоднішній день розроблено склад та технологію виготовлення у лабора-

торних умовах, що придатна для домашнього застосування, що апробовані для виробництва у промислових масштабах; відпрацьовано методики контролю якості продуктів; проведено порівняння із вітчизняними промисловими зразками відповідних типів продуктів [1, 2, 4, 8, 11-14].

Метою даної роботи було дослідити показники якості та ефективності, що свідчитимуть про потенційні лікувально-профілактичні властивості розроблених функціональних кисломолочних продуктів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі **завдання**: згідно розроблених у попередніх наукових дослідженнях складу та технологій функціональних кисломолочних продуктів приготувати лабораторні зразки; визначити показники якості та ефективності зразків, а саме: якісний і кількісний склад, антимікробні та адгезивні властивості.

1. Основні тенденції розвитку функціональних продуктів харчування як одного з компонентів здорового способу життя

Упродовж усього існування людської цивілізації їжа розглядалася переважно як засіб, призначений для угамування голоду. Останнім часом унаслідок збільшення кількості хронічних захворювань та встановлення їхнього причинного зв'язку із незбалансованим харчуванням до харчових продуктів почали ставитися і як до ефективного засобу підтримання фізичного та психічного здоров'я та зниження ризику багатьох захворювань [9, 10]. Сьогодні функціональними продуктами харчування називають продукти, призначені для систематичного застосування у складі харчових раціонів здорового населення всіх вікових категорій з метою зниження ризику захворювань, пов'язаних із харчуванням, збереження та поліпшення здоров'я за рахунок наявності в їх складі фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів [9]. Одним із напрямів створення функціональних продуктів харчування є розробка продуктів на основі заквашувальних препаратів та молока.

Основною групою мікроорганізмів, які використовуються у складі сучасних пробіотичних препаратів і продуктів як закваски, є молочнокислі бактерії родів *Bifidobacterium* і *Lactobacillus*. Їхніми найбільш важливими фізіологічними функціями в організмі господаря є участь в обмінних процесах і реалізації колонізаційної резистентності [3, 7]. Якість і біологічна цінність кисломолочних продуктів залежить як від виду та складу мікрофлори бактеріальних заквасок, так і від

молочної сировини, що використовується при виготовленні продукту. Молоко – унікальний природний продукт, що представляє багатокомпонентну тонкодисперсну біологічну рідину. Воно в оптимальному співвідношенні містить всі життєво важливі харчові речовини і є єдиним продуктом харчування в перші місяці життя новонародженого. Молоко та молочні продукти важливі для людини, головним чином, як джерела легкозасвоюваних білків, жиру, кальцію, вітамінів А, В2, В12 [5].

Кисломолочні продукти у дієтичному і лікувальному харчуванні за своїми функціональними властивостями перевершують молоко. Вони містять усі складові частини молока у більш засвоюваному вигляді [9]. Український ринок КМП постійно розвивається, підвищується інтерес споживачів до збагачених і функціональних видів. Так, на сьогоднішній день існує досить багато робіт в області виробництва йогуртів, збагачених рослинними інгредієнтами і біологічно активними добавками [4, 6].

Незважаючи на широке поширення в харчуванні дитячого та дорослого населення коров'ячого молока і продуктів, які виготовлені на його основі, особливий інтерес народів різних країн здавна привертали до себе інші види молочної сировини, наприклад козине та кобиляче молоко [5, 9]. В останні десятиліття проведені наукові дослідження, які вказують на можливість використання сумішей на основі козиного молока в харчуванні дітей раннього віку в якості альтернативи таким на основі коров'ячого молока. Кобиляче молоко займає невеликий сегмент на ринку молочних та кисломолочних продуктів, оскільки надій у таких тварин невеликий, і організувати навіть невелике виробництво можуть дозволити собі господарства з вкоріненими традиціями. У той же час відомо, що у корисності і поживності коров'яче молоко поступається кобилячому молоку [5, 9]. Основним методом переробки кобилячого молока є приготування кумису, що є ефективним біостимулятором і антибактеріальним засобом за рахунок різнобічного впливу на організм [5, 6, 8]. Існують і інші кисломолочні продукти, виготовлені з кобилячого молока, що користуються високим попитом у населення, але споживання яких обмежене вирощуванням коней у певних регіонах, тому часто можна зустріти ці нетрадиційні для нашого регіону напої, виготовлені з козячого та більш традиційної для України сировини – коров'ячого молока. Так, з коров'ячого молока з додаванням води та солі виготовляється традиційний айран. З коров'ячого, козячого, кобилячого молока із заквас-

кою, що містить лактозброджуючі дріжджи, болгарську паличку і термофільний стрептокок, а також із додаванням підсоленої води, виготовляється і тан [8]. Тобто, нетрадиційні для нашого регіону функціональні кисломолочні продукти стають все популярнішими на вітчизняному ринку. Також слід відмітити тенденцію збільшення прагнення людей до споживання екологічно безпечних продуктів, без домішок і добавок [10]. Тому, все більш розповсюдженим стає приготування КМП у домашніх умовах на основі заквасок.

Таким чином, можна відмітити тенденцію до розширення попиту, а у зв'язку з цим і асортименту ринку функціональних кисломолочних продуктів за рахунок використання різних видів молочної сировини, заквашувальних препаратів та збагачуючих компонентів, тому дослідження в галузі створення функціональних продуктів харчування на основі заквашувальних препаратів, молочної сировини та збагачуючих компонентів є актуальними.

2. Об'єкти та методи дослідження

2.1 Об'єкти дослідження

Як об'єкти дослідження використовували ***лабораторні зразки*** розроблених на кафедрі біотехнології НФаУ функціональних продуктів: йогурти, збагачені екстрактом стевії та сиропом шипшини, «нетрадиційні» функціональні напої кумис, тан та айран, пробіотичні кисломолочні напої [1, 2, 4, 8, 11, 12].

При виробництві йогуртів використовували закваску фірми ‹‹Vivo›› (ТУУ 15.5-3060300036-001:2009, виробник ДДП ІПР НААНУ). Функціональні продукти із лікувально-профілактичними та дієтичними властивостями повинні містити збагачуючі компоненти [10]. Для наших цілей ми обрали такі перспективні рослинні компоненти, як стевія та сироп шипшини. Екстракт стевії сухий (ТУ У 10.8-34352680-003-2015, виробник ТОВ «Гудвіл-Інвест») – природний цукрозамінювач та консервант, який має антимікробні та антигрибкові властивості. Сироп шипшини (ТУ У 15.8-30688576-001:2002, виробник «Здорова родина») – комбінований препарат із загальнозміцнюючою дією, стимулює неспецифічну резистентність організму, посилює регенерацію тканин, зменшує проникність судин, бере участь у вуглеводному і мінеральному обміні, має протизапальні властивості, імуностимулюючу і жовчогінну дію [4]. Для виготовлення кумису як основну молочну сировину, використовували – молоко коров'яче знежирене пастеризоване (ДСТУ 2661:2010). Для збагачен-

ня продукту сироваточними білками було обрано молоко сухе знежирене (ДСТУ 4273:2003). Кумис містить спиртову та молочнокислу мікрофлору, тому у якості заквасок було обрано дріжджі сухі хлібопекарські (ТУ У 15.8-00383320-002) та готовий біокефір («Веселий молочник» ТУ 9222-064-05268977-09) або кефірний гриб. Як субстрат для росту дріжджів додавали мед різнотрав'я [8, 11, 12]. Для виготовлення тану використовували молоко коров'яче знежирене пастеризоване (ДСТУ 2661:2010), два окремі вида промислових заквасок – ліофілізовані культури прямого внесення LAT CW Italac, що містять *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (фірми Food Ingredients Mega Trade), воду питну (ДСТУ 7525:2014) та сіль харчову (ДСТУ 3583-97) [1, 8]. Для виготовлення айрану використовували молоко коров'яче знежирене пастеризоване (ДСТУ 2661:2010), промислову закваску Italac, що містить комплекс культур *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus bulgaricus* (фірми Food Ingredients Mega Trade), воду питну (ДСТУ 7525:2014) та сіль харчову (ДСТУ 3583-97) [8]. Лабораторний зразок кумису готували за власною розробленою технологією [8, 11]; лабораторні зразки тану та айрану готували за досить традиційною рецептурою, яку обрали аналізуючи літературні джерела та інтернет-ресурси [8]. Для виготовлення пробіотичних кисломолочних напоїв було обрано закваски пробіотичних культур «Біфівіт Vivo» і «Сімбілакт Vivo», напої з яких рекомендовано для підтримки імунітету, після антибіотикотерапії, при дизбіозі та проявах алергій [5, 7]. Пробіотичні кисломолочні напої готували на основі молока коров'ячого (ДСТУ 3662-97) та молока козячого (ТУ У 46.14.11-97) та заквасок «Сімбілат Vivo» (ТУ У 15.5-3060300036-001 : 2009 виробник ДДП ІПР НААНУ), «Біфівіт Vivo» (ТУ У 15.5-3060300036-001 : 2009 виробник – виробник ДДП ІПР НААНУ).

Для аналітичного порівняння властивостей розроблених продуктів були обрані ***промислові зразки*** кисломолочних напоїв – йогуртів, кумису, тану, айрану, які наявні на ринку України: Кумис «Український»» з кобилячого молока 1% жирність виробництва кінний завод СТОВ «Ланн» (Донецьк, Україна) (ТУ У 15.5-31901974-025-2003), Кумис на основі кобилячого молока виробництва філія «Дубровський Кінний Завод №62» Державного Підприємства «Конярство України» (Миргород, Полтавська обл., Україна) (ТУ 9222-015-58148701-09), Продукт кумисний з коров'ячого молока виробника ТОВ «Мрія Плюс» (Київ, Україна) (ТУ У 15.5-31901974-025-2003), Напій кисло-

молочний газований «Тан айран» 1 % жирність виробництва ПП «Новел» (Київ, Україна) (ТУ У 15.5–32420198-001-2003), Продукт кисломолочний слабогазований «Тан» 0,8 % жирність ТМ «Молочний кавказ» виробництва ТОВ «ТГТ» (Запоріжжя, Україна) (ТУ У 15.5-06419880-063-2004), Напій кисломолочний слабогазований «Тан» 1 % жирність ТМ «EkoFood» виробництва ТОВ «АНР ГРУП» » (сел. Червоний Яр, Дніпропетровська обл., Україна) (ТУ У 10.5-37516963-001:2012), Напій кисломолочний «Біо-Тан» 1 % жирність виробництва ПП «Габріель» (Харків, Україна) (ТУ У 10.5-3543210979-001:2015), Напій кисломолочний «Айран негазований» 1 % жирність виробництва МПП «Круїз» (с. Королівка, Київська обл., Україна) (ТУ У 15.5-1991421999-003-2004), Напій кисломолочний «Айран» 1% жирність ТМ «Лісова казка» виробництва ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла» (м. Ічня, Чернігівська обл., Україна) (ТУ У 15.5-34210125-001.2009), Напій кисломолочний «Айран» 2 % жирність ТМ «Яготинське» ГК «Молочний альянс» (Київ, Україна) (ТУ У 15.5-19492247-004-2003), Йогурт «Дольче» класичний 2,5 % жирність ДП «Лакталіс-Україна» (Київ, Україна) (ТУ У 00447847-001-01), Йогурт «Активія» класичний 1,5 % жирність компанія «Данон» (Київ, Україна) (ТУ У 15.5-31489175-010:2008).

2.2 Методи дослідження

Для визначення якісного та кількісного складу зразків КМП використовували традиційні мікробіологічні методи. Вивчення якісного складу продуктів (наявність молочнокислих бактерій і дріжджів) проводили *диференціально-діагностичним методом забарвлення за Грамом* [3, 6]. Вивчення кількісного складу продуктів (кількість молочнокислих бактерій і дріжджових клітин) проводили *методом серійних розведень із послідуючим висіванням на густе живильне середовище (чашковий метод Коха)* [6]. **Вивчення антимікробних властивостей** зразків проводили декількома методами (для відтворюваності результатів дослідження, враховуючи різні ростові потреби мікроорганізмів мікрофлори кисломолочних продуктів та умовно-патогенних штамів) [3]: *модифікованим методом спільного культивування із тест-штамами; методом перпендикулярних штрихів на густих поживних середовищах; методом дифузії в агар («метод лунок»)*. В якості тест-культур у дослідах використовували штами умовно-патогенних бактерій *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Proteus vulgaris* ATCC 6896, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853,

Candida albicans 1923. **Вивчення адгезивних властивостей мікроорганізмів** проводили експрес-методом за Брилісом. [6]. **Статистичну обробку** проводили традиційними методами варіаційної статистики. Середні арифметичні значення та їх довірчі інтервали визначали для рівня вірогідності 95 %.

3. Вивчення ефективності функціональних кисломолочних продуктів

3.1 Дослідження якісного та кількісного складу функціональних кисломолочних продуктів

Основними показниками, що обумовлюють корисність будь-якого функціонального кисломолочного продукту, є їх якісний та кількісний склад [5]. Мікроскопічні препарати зразків йогуртів пофарбовані за методом Грама доводять наявність у всіх зразках характерних для даного типу напою мікроорганізмів: *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* і *S. thermophilus*, тобто за показником «якісний склад» дані зразки відповідають чинній нормативній документації. Результати досліджень з визначення якісного складу напоїв типів кумис, тан, айран показали, що мікрофлора різних видів продуктів відрізняється, але відповідає заявленої виробниками або доданої нами: бачимо наявність довгих паличок ланцюжками або поодиноко – лактобактерії, коків поодиноко або у коротких ланцюжках – стрептококи, великі овальні клітини – дріжджі. У складі мікрофлори промислових зразків кумису переважають грампозитивні молочнокислі палички та стрептококи та у меншій кількості наявні крупні овальні клітини дріжджів; для виготовленого нами зразку кумису співвідношення дріжджової та молочнокислої флори більш рівномірне із переважанням дріжджової флори. У складі мікрофлори промислових зразків айрану переважають молочнокислі палички (лише для зразку «Айран» виробництва ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла» бачимо великі клітини дріжджів, які заявлені у складі продукту), а у складі промислових зразків тану – молочнокислі палички та стрептококи. Тобто, для виготовлених нами зразків айрану та тану кількісний склад мікрофлори має кращі показники. Мікрофлора пробіотичних напоїв на основі заквасок «Сімбілакт Vivo» та «Біфівіт Vivo» містить кулясті молочнокислі бактерії роду *Lactococcus*, паличкі родів *Bifidobacterium, Lactobacillus, Propionibacterium* (тонкіші), *Acetobacte*r, що заявлено виробником на документацію заквашувальних препаратів.

Такий показник як «кількість мікроорганізмів молочнокислої та спиртової мікрофлори функціональних кисломолочних продуктів» є основним у визначенні їх ефективності, оскільки дія бактерій мікрофлори обумовлює потенційний лікувально-профілактичний (антимікробний) ефект продукту. За чинною нормативною документацією кількість молочнокислих бактерій на кінець терміну придатності продукту повинна бути не менше ніж $1x10^7$ КУО (колонієутворюючих одиниць)/мл, а дріжджів (для напоїв типу кумис) – не менше ніж $1x10^4$ КУО. Результати визначення кількісного складу зразків продуктів зведені у таблицях 3.1 (для йогуртів), 3.2 (для напоїв типу кумис, тан, айран), 3.3 (для пробіотичних кисломолочних напоїв).

Для всіх зразків йогуртів (табл. 3.1) на початок терміну зберігання кількість клітин молочнокислої флори відповідає нормативному значенню (значно його перевищує), але на кінець терміну зберігання для йогуртів «Активіа» та «Дольче» різко знижується до критичного, а для йогуртів на основі закваски «Vivo» залишається на стабільно високому рівні.

Таблиця 3.1 – Кількість клітин молочнокислої флори зразків йогуртів

Назва зразка	Кількість молочнокислих бактерій, КУО/ $см^3$	
	На початок терміну придатності	На кінець терміну придатності
«Активіа» класичний	$5,6x10^{12}$	$1,2x10^7$
«Дольче» класичний	$3,8x10^8$	$1,1x10^7$
Лабораторний зразок йогурту на основі закваски «Vivo» класичний	$4,0x10^{10}$	$3,1x10^9$
Лабораторний зразок йогурту на основі закваски ‹‹Vivo›› зі стевією	$4,2x10^{10}$	$3,3x10^9$
Лабораторний зразок йогурту на основі закваски ‹‹Vivo›› із шипшиною	$4,1x10^{10}$	$3,2x10^9$

Результати дослідження з визначення кількості мікроорганізмів на кінець та початок строків придатності продуктів типу кумису, тану, айрану (табл. 3.2) показали, що для всіх зразків кількість клітин

молочнокислої та дріжджової флори відповідає нормі, але для промислових зразків – знаходиться на критичному рівні на кінець терміну придатності. На відміну від промислових зразків для виготовлених нами лабораторних зразків продуктів кількість клітин на початку та під кінець терміну придатності зберігається на одному рівні.

Таблиця 3.2 – Кількість клітин спиртової та молочнокислої флори зразків напоїв типу кумис, тан, айран

Назва зразка	Кількість клітин, КУО/см^3 на початок терміну придатності,		Кількість клітин, КУО/см^3 на кінець терміну придатності,	
	Лактобактерій	Дріжджів	Лактобактерій	Дріжджів
1	2	3	4	5
Лабораторний зразок кумису	$(9,7\pm0,3)\times10^9$	$(1,9\pm0,2)\times10^6$	$(9,0\pm0,5)\times10^8$	$(1,3\pm0,2)\times10^6$
Лабораторний зразок айрану на коров'ячому молоці	$(1,3\pm0,1)\times10^{12}$	-	$(0,8\pm0,1)\times10^{12}$	-
Лабораторний зразок айрану на козячому молоці	$(2,7\pm0,3)\times10^{12}$	-	$(1,9\pm0,1)\times10^{12}$	-
Лабораторний зразок тану на коров'ячому молоці	$(2,7\pm0,5)\times10^{11}$	-	$(3,3\pm0,2)\times10^{10}$	-
Лабораторний зразок тану на козячому молоці	$(1,5\pm0,5)\times10^{12}$	-	$(5,4\pm0,2)\times10^{10}$	-
Кумис «Украї-нський (СТОВ «Ланн»)	$(2,5\pm0,3)\times10^9$	$(1,5\pm0,3)\times10^5$	$(3,6\pm0,2)\times10^7$	$(2,2\pm0,3)\times10^4$
«Кумис» (ТОВ «Мрія Плюс»)	$(9,1\pm0,3)\times10^8$	$(1,7\pm0,4)\times10^4$	$(2,6\pm0,1)\times10^7$	$(0,9\pm0,2)\times10^4$
«Кумис» «Дубровський Завод №62»)	$(9,0\pm0,3)\times10^9$	$(1,5\pm0,2)\times10^6$	$(8,5\pm0,2)\times10^8$	$(1,9\pm0,1)\times10^5$
«Тан айран» (ПП «Новел»)	$(5,5\pm0,1)\times10^{10}$	-	$(1,2\pm0,1)\times10^7$	-
«Тан» (ТОВ «ТГТ»)	$(1,1\pm0,2)\times10^{11}$	-	$(1,0\pm0,1)\times10^8$	-
«Тан» (ТОВ «АНР ГРУП»)	$(5,9\pm0,5)\times10^8$	-	$(1,4\pm0,3)\times10^8$	-

НТБ ОНАХТ

1	2	3	4	5
«Біо-Тан» (ПП «Габрі-ель»)	$(6,7\pm0,3)\times10^{10}$	-	$(1,9\pm0,1)\times10^{8}$	-
«Айран» (МПП «Круїз»)	$(5,5\pm0,1)\times10^{10}$	-	$(2,8\pm0,6)\times10^{9}$	-
«Айран» (ПАТ «Ічнянський завод»)	$(1,5\pm0,4)\times10^{10}$	$(4,5\pm0,3)\times10^{6}$	$(9,8\pm0,5)\times10^{9}$	$(3,0\pm0,3)\times10^{6}$
«Айран» (ГК «Молочний альянс»)	$(2,5\pm0,2)\times10^{9}$	-	$(1,0\pm0,4)\times10^{8}$	-
Норматив (за ТУ виробників) *	Не менше 10^{7}	Не менше 10^{4}**	Не менше 10^{7}	Не менше 10^{4}**

Примітки: * – обраний мінімальний показник; ** – для кумису кількість дріжджів є нормованою величиною, а для тану та айрану – не нормованою; *** – статистична обробка n=5, (M±m) – довірчий інтервал.

Також за табл. 3.2 слід відзначити досить великі показники для продуктів терміни придатності яких невеликі – 5-7 діб: так, для промислових зразків виробників кумису СТОВ «Ланн» та «Дубровський кінний завод №62», айрану виробників МПП «Круїз» та ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла» кількість мікроорганізмів мікрофлори зберігалась практично на одному рівні як на початок, так і на кінець термінів зберігання продуктів. За результатами табл. 3.3 бачимо, що кількість молочнокислих бактерій у пробіотичних напоях відповідає нормі, але у продукті на основі козячого молока дещо вище, що, вірогідно, пов'язано з різницею у фракційному складі білків козиного та коров'ячого молока та меншою кислотністю.

Таблиця 3.3 – Кількість клітин молочнокислої флори зразків пробіотичних кисломолочних напоїв

Показник	Характеристика лабораторного зразку на основі:			
	Сімбілакт Vivo		*Біфівіт Vivo*	
	Коров'яче молоко	*Козяче молоко*	*Коров'яче молоко*	*Козяче молоко*
Кількість клітин мікроорганізмів, КУО/см^3 (на кінець терміну придатності)	$(5,6\pm0,5)\times10^{10}$	$(18,3\pm0,1)\times10^{10}$	$(7,4\pm0,2)\times10^{10}$	$(19,1\pm0,4)\times10^{10}$

Таким чином, бачимо, що всі лабораторні зразки функціональних продуктів мають високі показники якісного і кількісного складу, що свідчить про потенційний лікувально-профілактичний ефект, оскільки саме від виду та кількості пробіотичної мікрофлори заквашувальних препаратів, які є основою всіх продуктів, залежить утворення антимікробних, імуностимулюючих речовин.

3.2 Дослідження антимікробних властивостей функціональних КМП

У даному підрозділі наведено результати визначення антимікробної активності для зразків типу кумис, тан, айран, як найбільш перспективних в прояві даного ефекту (за даними літератури). Результати визначення антимікробних властивостей методом сумісного культивування з *E.coli* та *St. aureus*, що є розповсюдженішими серед кишкових інфекційних агентів, наведені у табл. 3.4. Чим більша антимікробна активність, що проявляється функціональним продуктом, тим менша кількість клітин умовно-патогенних мікроорганізмів залишиться при культивуванні із зразком продукту.

За результатами табл. 3.4 бачимо, що всі зразки функціональних кисломолочних продуктів мають антимікробний ефект – для всіх зразків кількість клітин тест-штаму нижча ніж у контролі. Але слід відмітити, що показники для лабораторних зразків значно кращі, ніж для промислових; також спостерігається тенденція, що для зразків, які мають у складі мікрофлори крім молочнокислих мікроорганізмів ще й дріжджову (всі види кумису (як лабораторний, так і промислові зразки) та «Айран» ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла»), показники також на декілька порядків вище, ніж для тих, що мають тільки молочнокислу флору.

Таблиця 3.4 – Результати визначення антимікробної активності зразків по відношенню до тест-штамів *E. coli* та *S. aureus (метод спільного культивування)*

Назва зразка	Кількість клітин тест-штаму, КУО/см^3			
	Експеримент (*E. coli* + продукт)	Контроль (*E. coli*)	Експеримент (*S. aureus* + продукт)	Контроль (*S. aureus*)
1	2	3	4	5
Лабораторний кумис	$(2,9\pm0,1)\text{x}10^2$	$2,8\text{x}10^9$	$(4,7\pm0,1)\ \text{x}10^2$	$1,5\text{x}10^{10}$
Лабораторний айран	$(3,3\pm0,2)\text{x}10^5$		$(2,8\pm0,5)\text{x}10^4$	
Лабораторний тан	$(5,1\pm0,1)\text{x}10^5$		$(3,4\pm0,6)\text{x}10^5$	

1	2	3	4	5
Кумис «Український (СТОВ «Ланн»)	$(1,0\pm0,2)x10^4$		$(2,3\pm0,1)x10^3$	
«Кумис» (ТОВ «Мрія Плюс»)	$(2,0\pm0,3)\ x10^5$		$(7,8\pm0,9)x10^4$	
«Кумис» («Дубровський Кінний Завод №62»)	$(6,4\pm0,5)x10^3$		$(9,9\pm0,2)x10^2$	
«Тан айран» (ПП «Новел»)	$(9,0\pm0,1)x10^7$		$(4,3\pm0,1)x10^6$	
«Тан» (ТОВ «ТГТ»)	$(7,9\pm0,5)x10^6$		$(5,4\pm0,3)x10^6$	
«Тан» (ТОВ «АНР ГРУП»)	$(4,1\pm0,2)x10^7$		$(3,0\pm0,4)x10^6$	
«Біо-Тан» (ПП «Габріель»)	$(0,9\pm0,1)x10^8$		$(1,3\pm0,3)x10^8$	
«Айран» (МПП «Круїз»)	$(2,6\pm0,4)x10^6$		$(5,3\pm0,3)x10^6$	
«Айран» (ПАТ «Ічнянський завод сухого молока»)	$(5,2\pm0,5)x10^4$		$(8,3\pm0,2)x10^5$	
«Айран» (ГК «Молочний альянс»)	$(7,3\pm0,2)x10^6$		$(2,9\pm0,1)x10^5$	

Примітка: * – статистична обробка n=5, (M±m) – довірчий інтервал.

Результати визначення антимікробних властивостей лабораторних та промислових зразків методом перпендикулярних штрихів наведені у табл. 3.5. Як бачимо, за даним методом антимікробну активність проявляють лише зразки кумису, як лабораторні, так і промислові на основі кобилячого молока, а зразок кумису на основі коров'ячого молока (виробництва ТОВ «Мрія Плюс») не проявляє антимікробні властивості; зразки тану та айрану виготовлені в лабораторних умовах мають кращі показники, ніж промислові зразки – мають невелику антимікробну властивість до деяких тест-штамів. Це обумовлено наявністю лактофлори та дріжджової флори у заквасці кумису, а також хімічним складом кобилячого молока із вираженим антимікробним ефектом (для промислових зразків).

ВТОРОНАУТ

Таблиця 3.5 – Результати визначення антимікробної активності зразків по відношенню до тест-штамів *(метод перпендикулярних штрихів)*

Назва зразка	Зона затримки росту тест-штаму, мм				
	E.coli	*S.aureus*	*B.subtilis*	*P.vulgaris*	*C.albicans*
Лабораторний кумис	19±2	21±2	15±1	15±2	16±1
Лабораторний айран	-	8±0	-	-	10±2
Лабораторний тан	-	8±1	-	-	9±1
Кумис «Український (СТОВ «Ланн»)	14±1	16±1	6±0	6±1	9±2
«Кумис» (ТОВ «Мрія Плюс»)	-	-	-	-	-
«Кумис» («Дубровський Кінний Завод №62»)	15±2	18±1	10±1	10±2	14±2
«Тан айран» (ПП «Новел»)	-	-	-	-	-
«Тан» (ТОВ «ТГТ») ***					
«Тан» (ТОВ «АНР ГРУП»)	-	-	-	-	-
«Біо-Тан» (ПП «Габріель») ***					
«Айран» (МПП «Круїз»)	-	-	-	-	-
«Айран» (ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла»)	-	-	-	-	-
«Айран» (ГК «Молочний альянс»)	-	-	-	-	-

Примітки: * – статистична обробка n=5, (M±m) – довірчий інтервал; ** – «-» немає затримки росту тест-штамів; *** – спостерігається пригнічення мікрофлори зразка функціонального кисломолочного продукту тест-мікроорганізмами.

Таблиця 3.6 – Результати визначення антимікробної активності зразків по відношенню до тест-штамів *(метод лунок)*

Назва зразка	Діаметр зони затримки росту тест-штаму, мм			
	E.coli	*S.aureus*	*B.subtilis*	*C.albicans*
1	2	3	4	5
Лабораторний кумис	13±2	25±1	10±1	11±1
Лабораторний айран	8±2	16±2	8±1	9±2
Лабораторний тан	11±1	20±1	6±0	9±1

РЕПОЗИТОРІЙ НУХТ

1	2	3	4	5
Кумис «Український (СТОВ «Ланн»)	10±1	23±2		11±2
«Кумис» (ТОВ «Мрія Плюс»)	9±1	18±2	-	7±1
«Кумис» («Дубровський Кінний Завод №62»)	9±2	22±1	7±1	9±2
«Тан айран» (ПП «Новел»)	-	18±1	-	7±1
«Тан» (ТОВ «ТГТ»)	-	-		-
«Тан» (ТОВ «АНР ГРУП»)	-	-	-	-
«Біо-Тан» (ПП «Габріель»)	7±1	-	-	-
«Айран» (МПП «Круїз»)	-	-	-	-
«Айран» (ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла»)	9±1	15±2	-	-
«Айран» (ГК «Молочний альянс»)	7±1	-	-	-

Примітки: * – статистична обробка n=5, (M±m) – довірчий інтервал; ** – «-» немає затримки росту тест-штамів; *** – діаметр лунки 6 мм.

Результати визначення антимікробних властивостей лабораторних та промислових зразків методом лунок наведені у табл. 3.6: спостерігаємо наявність антимікробного ефекту проти всіх тест-штамів для лабораторних зразків, дещо менше діаметри зон затримки росту для промислових зразків кумису та майже повну відсутність для лабораторних зразків тану та айрану.

Таким чином, за результатами проведених досліджень з визначення антимікробних властивостей лабораторних та промислових зразків функціональних кисломолочних продуктів типу кумис, тан, айран трьома методами можна зробити висновок, що дані відрізняються, але спостерігається тенденція наявності антимікробних властивостей для лабораторних зразків кумису, тану та айрану та промислових зразків на основі кобилячого молока. Це дозволяє стверджувати про наявність потенційного лікувально-профілактичного ефекту розроблених продуктів.

3.3 Дослідження адгезивних властивостей заквашувальних препаратів

Важливими властивостями мікробних штамів, що входять до складу живих заквасок, є здатність до адгезії. Представники нормальної мікрофлори з високою спорідненістю до ентероцитів адгезують з ними, тим самим зменшують ступінь патогенної дії на стінку кишківника з боку хвороботворних мікроорганізмів. Від адгезивності зале-

жать склад, стабільність, захисні властивості мікроорганізмів, що сприятимуть їх позитивному впливу на макроорганізм. Саме тому на наступному етапі роботи було вивчено адгезивну активність мікроорганізмів, що входять до складу заквасок функціональних продуктів. Результати досліджень (табл. 3.7), показали, що показники СПА у бактерій закваски «Біфівіт» вищі, ніж у мікроорганізмів, які входять до складу «Симбілакту», та становлять 5,94 та 4,26, відповідно. Теж саме характерне й для значень показника ІАМ.

Таблиця 3.7 – Адгезивні властивості симбіотичних культур заквасок «Сімбілакт VIVO» і «Біфівіт VIVO»

Назва закваски	Показник	Пробіотичні культури	Пробіотичні культури + E.coli
Біфівіт VIVO	СПА	5,94±0,02	4,5±0,04
	К, %	85±0,3	62,2±0,1
	ІАМ	6,99±0,04	2,8±0,05
Сімбілакт VIVO	СПА	4,26±0,03	3,5±0,01
	К, %	78±0,3	51,4±0,2
	ІАМ	5,46±0,02	1,8±0,03

Однак, при вивченні адгезивної активності заквасок після сумісної інокуляції з *Escherichia coli* було встановлено суттєве погіршення показників СПА та ІАМ мікрофлори, як «Біфівіту», так й «Сімбілакту», що свідчить про неконкурентноспроможність цих пробіотичних штамів з представниками умовно-патогенної мікрофлори людини. Тому кисломолочні напої на основі заквасок живих культур «Сімбілакт» та «Біфівіт» будуть ефективно впливати на організм при прийомі перед та після антибіотикотерапії для профілактики виникнення дисбіотичних порушень шлунково-кишкового тракту.

Висновки

У роботі за розробленими попередніми дослідження складом та технологією було приготовано лабораторні зразки функціональних кисломолочних напоїв: збагачені йогурти, нетрадиційні кисломолочні напої кумис, тан, айран, пробіотичні кисломолочні напої. Дослідження якісного і кількісного складу лабораторних зразків КМП показали раціональне співвідношення та високий вміст молочнокислої та дріжджової флори. Слід відмітити кращі показники якісного і кількісного складу у порівнянні з промисловими зразками продуктів, особливо на

кінець термінів придатності продуктів. Це забезпечуватиме потенційний терапевтичний ефект запропонованих функціональних кисломолочних напоїв. Дослідження антимікробних властивостей лабораторних зразків кумису, тану та айрану показали їх високий рівень. Показники антимікробної активності лабораторних зразків КМП були вищі ніж промислових зразків. Це свідчить про потенційний лікувально-профілактичний ефект кумису, тану та айрану (при інфекційних захворюваннях). Вивчення адгезивних властивостей мікроорганізмів деяких заквашувальних препаратів показало, що показники адгезії бактерій закваски «Біфівіт» вищі, ніж у мікроорганізмів, які входять до складу «Сімбілакту», але для обох видів заквасок знаходяться на високому рівні. Вивчення адгезивних властивостей після сумісного культивування заквашувальних препаратів із кишковою паличкою показало зниження цих показників, що дозволяє рекомендувати вживання пробіотичних кисломолочних напоїв на основі «Сімбілакт» та «Біфівіт» лише для профілактики виникнення дисбіотичних порушень шлунково-кишкового тракту. Таким чином, за результатами проведених аналізу та власних досліджень можна зробити висновок про ефективність використання розроблених функціональних кисломолочних продуктів з лікувально-профілактичною метою.

Список літератури

1. Вивчення антимікробних властивостей розробленого функціонального кисломолочного напою тану / А. В. Соловйова, О. С. Калюжная, О. П. Стрілець, Л. С. Стрельников // Біотехнологія XXI століття : збірник матеріалів XI Всеукраїнської науково-практичної конференції (для студентів, аспірантів і молодих учених), 21 квітня 2017. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – С. 70.

2. Вивчення антимікробних властивостей розроблених функціональних продуктів харчування / А. В. Соловйова, О. С. Калюжная, О. П. Стрілець, Л. С. Стрельников // Фармація XXI століття: тенденції та перспективи: матеріали VIII Національного з'їзду фармацевтів України, Харків, 13-16 вересня 2016. – Х: НФаУ, 2016. – С. 415.

3. Грегірчак Н. М. Мікробіологія харчових виробництв. Лабораторний практикум / Н. М. Грегірчак. – К.: НУХТ, 2009. – 302 с.

4. Изучение свойств функционального продукта обогащенного йогурта / О. С. Калюжная, Ивахненко Е. Л., Стрилец О. П., Стрельников Л. С. // Университетская наука: взгляд в будущее : материалы межд. науч.-практ. конф., 4-5 февр. 2016, Курск. – Курск, 2016. – С. 48-52.

5. Машкін М. І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів / М. І. Машкін, Н. М. Париш – К.: Вища освіта, 2006. – 351 с.

6. Практикум з технології молока і молочних продуктів: навч. посіб. / О. В. Грек, Н. М. Ющенко, Т. Г. Осьмак та ін. – К.: НУХТ, – 2015. – 431 с.

7. Шендеров Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. – Т. I: Микрофлора человека и животных и ее функции. – М.: ГРАНТЪ, 1998. – 287 с.

8. Development of composition and technology of new functional foods – koumiss, thane, ayran / A. V. Solovieva, Y. A. Zhukova, L. S. Strelnikov, O. S. Kalyuzhnaya // Topical issues of new drugs development: International Scientific And Practical Conference Of Young Scientists And Student, 21 april, 2016. – Kh.: Publishing Office NUPh, 2016.– P. 373 – 374.

9. Functional aspects of dairy foods in human health: An overview / S. K. Bharti, N. K. Sharma, K. Murari [et al] // Critical review in pharmaceutical sciences. – 2012. – № 1. – P. 35-42.

10. Functional Foods / European Commission. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010. – 24 p.

11. Kalyuzhnaya O. S. Development of the laboratory technology of the functional food koumiss / O. S. Kalyuzhnaya // Фармацевтичний часопис. – 2015. – № 2 (34). – С.17-21.

12. Kulyk R.V. Study of antimicrobial properties of "non-traditional" dairy beverage type kumys / R. V. Kulyk, O. S. Kalyuzhnaya, O. P. Strilets, L. S. Strelnikov // X Наукова конференція «Topical issues of new drugs development», 2015. – 254 p.

13. The perspective of development of prophylactic enzymatic meat products / Chornolyuk M. D., Zymlyanskiy M. A., Zhukova Y. A., Ivakhnenko O. L. // Topical issues of new drugs development : abstracts of XXIII International scientific and practical conference of young scientists and student, April 21, 2016. – Kh.: Publishing Office NUPh, 2016. – P. 343.

14. The role of the nutrient environment in the production of probiotic preparations based on lactobacteria / Zymlyanskiy M. A., Ivakhnenko O. L., Trutaev I. V., Scientific supervisor: Grand PhD, Prof. Strelnikov L. S. // Topical issues of new drugs development: Abstracts of XXIV International Scientific And Practical Conference Of Young Scientists And Student (April 20, 2017) in 2 vol., Vol.1. – Kh.: Publishing Office NUPh, 2017. – P. 354.

PRODUCT SCREENING OF FOODS FOR PRESCHOOL AND SCHOOL AGE AND THEIR WEB-REPRESENTATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Author – Bolsun A., Kovalova Y., Makarenko A., Medjakova E.
Supervisor – Masanskyi S.
Mogilev State University of Food Technologies

The research is aimed at screening information, developing a database on the range and commodity properties of products produced in the Republic of Belarus, suitable for feeding preschool and school-age children and introducing it through web technologies for corporate and individual use.

The criteria for assigning 7 product groups to this category of consumers are established. In the course of the work 129 enterprises of the Republic of Belarus were analyzed, which include 6189 items of goods. The assortment of 38 enterprises producing milk and dairy products (1002 products) was studied; 21 enterprises for the production of meat and processed products (703 items); 18 enterprises of fish and fish products (1687 names); 12 enterprises for the production of food concentrates (184 names); 8 enterprises of bakery production (775 titles); 14 enterprises for the production of confectionery products (1,087 names) and 18 enterprises producing canned goods (771 names).

The information is systematized and presented in the layout of the website. The site layout includes the following sections: Home page; About the project; Parents and Specialists; Interview; Interesting.

To assess the actual nutrition of the population of the Republic of Belarus, an electronic questionnaire was developed, which includes 51 questions.

According to the results of the research, 10 published works were published.

ТОВАРОВЕДНЫЙ СКРИНИНГ ПРОИЗВОДИМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА И ИХ WEB-ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

Авторы – Болсун А. Ю., Ковальова А. А.,
Макаренко А. Д., Медякова К. И.
Руководитель – Масанский С. Л.
Могилевский государственный университет продовольствия

Введение

Современный продовольственный рынок Республики Беларусь насыщен широким ассортиментом пищевых продуктов. Специализированные продукты питания (СПП) для детей дошкольного и школьного возраста, имеющие соответствующую маркировку, производятся в РБ, однако, ассортимент их недостаточноразвит. Таким образом, актуально исследование, направленное на изучение потребительских свойств продуктов питания для детей и подростков, формирования единой базы товароведной информации об этих продуктах. Актуальным также является исследование, направленное на сбор товароведной информации и разработку информационного облака (web-сайта) для представления и продвижения информации о потребительских свойствах данной специализированной продукции.

Цель работы – на основе скрининга и получения информации с сайтов производителей разработать базу данных об ассортименте и товароведных свойствах продуктов, производимых в Республике Беларусь, пригодных для питания детей дошкольного и школьного возрастаи представить ее посредством web-технологий для корпоративного и индивидуального пользования.

Задачи:

1) собрать, проанализировать и систематизировать доступную информацию, которая относится к предметной области исследования;

2) разработатьна основе полученной информации товароведные паспорта на группы продуктов с общими и частными критериями их соответствия продуктам для питания детей дошкольного и школьного возраста;

3) провести отбор товаров, пригодных для питания детей дошкольного и школьного возраста (на примере группы пищевых концентратов) по установленным критериям;

4) разработать макет сайта с маркетинговой информацией для корпоративного и индивидуального пользования;

5) разработать электронную анкету для оценки фактического питания населения Республики Беларусь.

При исследовании были использованы методы: литературного поиска и анализа, классификации, моделирования, детерминированных исследований операций, кластерного анализа, формализации, аксиоматический, аналогии.

1. Товароведение продуктов детей дошкольного и школьного возраста и представление товароведной информации через интернет *(аналитический обзор литературы)*

Обзор литературы осуществлялся в соответствии со структурой, представленной на рисунке 1.

1 Товароведение продуктов детей дошкольного и школьного возраста и представление товароведной информации через интернет (аналитический обзор литературы)	
1.1 Понятие и товароведная характеристика специализированных продуктов питания для детей	• Специализированные продукты питания для детей; • Продукты, пригодные для дошкольного и школьного питания, но не имеющие соответствующей маркировки. [1, 2, 3]
1.2 Нормативные документы, устанавливающие требования к качеству продуктов, предназначенных для дошкольного и школьного питания	• ГОСТ [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 25, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 43, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 56] • СТБ [20, 24, 57] • ТУ [22, 26, 27, 30, 38, 39, 40, 41, 42, 60, 62] • ТР ТС [18, 36, 44, 46]
1.3 Поиск и систематизация критериев идентификации продуктов для детей дошкольного и школьного возраста	• мясо и продукты его переработки [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18] • молоко и молочныепродукты [19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36] • рыба и рыбные продукты [37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44] • хлебобулочные изделия [45, 46] • кондитерские изделия [60, 61] • консервная продукция [47, 48, 49, 50] • пищевые концентраты [51, 52,53, 54, 55, 56, 57]
1.4 Маркетинговые исследования рынка и определение ориентиров развития web-сайтов для представления товароведной информации	• Запрос по ключевым словам • Форум или конференция • Отсутствие систематизированной информации • Современный маркетинговый инструмент – сайт • Ориентирами развития: портал Росконтроль[58, 59]

Рис. 1. Карта мышления по аналитическому обзору литературы

НТБ ОГАТ

Ключевой задачей являлась установление критериев показателей качества различных групп продуктов для установления соответствия продуктов требованиям к продуктам питания детей дошкольного и школьного возраста. Выбор критериев по каждой группе товаров осуществлялся на основе актуальных источников ТНПА таможенного союза, а также информационных ресурсов РНПЦ гигиены (Беларусь), ФГБНУ "НИИ питания", "Научно-исследовательский институт детского питания" (Россия), нормативных технических актов Белоруссии, России, Украины, сайтов производителей продуктов питания, других доступных источников в интернете и литературе.Методический подход состоял в превращение части критериев в ограничения, т.е. количественном обосновании величин ограничений по определенным критериям (например, по жирности, по количеству сахара). Еще один из подходов заключался в ранжировании критериев и расположении их в порядке важности.

В результате были выделены общие критерии, которые подходят для всех групп пищевых продуктов (рисунок 2).



Рис. 2. Общие критерии отбора

На основе отобранных критериев установлены частные критерии отбора продуктов для питания детей дошкольного и школьного возрастапо семи группам продуктов: *мясо и продукты его перера-*

*ботки; молоко и молочные продукты; рыба и рыбные продукты; хлебобулочные изделия; кондитерские изделия; консервы; пищевые концентраты.*На каждую группубыли разработаны товароведные паспорта.

Паспорт разделен на пять групп, в каждой из которых представлены следующие показатели: назначения; надежности; эргономичности; экологичности; безопасности. В *качестве примера* представлен паспорт для группы пищевые концентраты (таблица 1).

Таблица 1 – Товароведный паспорт критериев отбора пищевых концентратов

Наименование группы товаров: ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ		
Обозначение документов, регламентирующих качество: [53,54,55,56,57] 1 ГОСТ Р 51172-98 Концентраты пищевые. Каши лечебно-профилактические для детского питания. Технические условия 2 ГОСТ Р 50847-96 Концентраты пищевые первых и вторых обеденных блюд быстрого приготовления. Технические условия 3 ГОСТ 18488-2000 Концентраты пищевые сладких блюд. Общие технические условия 4 ГОСТ Р 50366-92 Концентраты пищевые. Полуфабрикаты мучных изделий. Общие технические условия 5 СТБ 990-95 Концентраты пищевые. СОУСЫ КУЛИНАРНЫЕ ПОРОШКООБРАЗНЫЕ. Общие технические условия 6 ГОСТ 21831-76 Концентраты пищевые, сухие продукты детского и диетического питания, поставляемые для экспорта. Технические требования (с Изменениями N 1, 2)		
1 ПОКАЗАТЕЛИ НАЗНАЧЕНИЯ		
1.1 Классификационные	Наименование: пищевые концентраты	
1.2 Функциональные	**1.2.1 Химический состав**	
	Белок	Изделия фигурные и хлопья из круп 5,19 – 11,90 г; Каши детские не менее14,0 – 17,0 г;
	Жир	Изделия фигурные и хлопья из круп 0,65 – 2,02 г; Каши детские не менее 10,0 – 11,0 г; Пищевые концентраты 1-ых и 2-ых обеденных блюд не менее 5,0 –11,5 г

НТБ ОНАХТ

		Пищевые концентраты сладких блюд не менее 13г;
	Углеводы	Каши детские не менее 12,0 г Пищевые концентраты сладких блюд 25 г;
	1.2.2 Ингредиентный состав: *не должен содержать***:** усилители вкуса и аромата; бензойную кислоту, сорбиновую кислоту и их соли и другие консерванты.	
	1.2.3 Рекомендации по ограничению: -консерванты; -красители (допускаются Е-101, 140, 160, 162, 163, 164); -ароматизаторы (ограничиваются в количествах, обеспечивающих только легкий аромат); -фосфаты (фосфорные кислоты и их соли); -кислоты (в т. Ч. Углекислота); -гидрогенизированные жиры;	
	1.2.4 Биологическая ценность	
	Массовая доля витаминов:	витамин С 6-17 мг/100 г
		витамин РР 0,1-4,3 мг/100 г
		витамин В1 0,1-0,25 мг/100 г
		витамин В2 0,1-0,425 мг/100 г
		витамин В6 0,15-0,5 мг/100 г
		витамин В12 0,2-0,75 мкг/100 г
		витамин Е 1,0-2,5 мг /100 г
1.3 Информационные	**Дополнительная информация на маркировке:** -сведения о том, что продукт относится к продуктам питания для детей раннего возраста или к продуктам питания для детей дошкольного и школьного возрастов; -сведения о целевом назначении продукта, особенностях его состава и рекомендации по использованию; -информацию о сроках их введения в питание детей.	
2 ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ		
2.1 Срок годности	для концентратов без жира – 8-10, для концентратов с жиром – 6-7, на молочной основе и овсяных – 3-4. Срок хранения сухих завтраков от 15-20 дней (кукурузные палочки) до 6 мес.	

НТБ ОНАХТ

2.2 Условия хранения	при температуре 10-15 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %.
3 ПОКАЗАТЕЛИ ЭРГОНОМИЧНОСТИ	
Антропометрические показатели	**3.2.1 Потребительская упаковка**: должна обеспечивать качество и безопасность данных продуктов, сохранность их пищевой ценности на всех этапах торгового оборота в течение срока годности, установленного изготовителем, при соблюдении условий хранения
	3.2.2 Особенности упаковки:
	Изделия фигурные и хлопья из круп: - для школьного питания – в индивид. Упаковке (20 г.) - для дошкольного питания – в упаковке массой нетто до 1 кг. Концентраты каш без жира упаковывают массой нетто от 0,1 до 1,0 кг.
4 ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОЛОГИЧНОСТИ	
Материал упаковки	пакеты из комбинированных термосвариваемых и многослойных полимерных материалов, пачки из бумаги и картона
5 ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ	

Продукт	КМАФАнМ, КОЕ/см^3, не более	Масса продукта (г/см^3), в которой не допускается		Плесневые грибы в 1 г продукта, не более	Дрожжи в 1 г продукта, не более
		БГКП	Патогенные микроорганизмы		
Каши детские	$2,5*10^4$	0,1	50	$1*10^2$	$5*10^1$

2. Объект, предмет и методы исследования

Объектом исследования является ассортимент и товароведные свойства продуктов для дошкольного и школьного питания, производимых в Республике Беларусь.

Предметом исследования является обобщение критериев отбора продуктов для питания детей дошкольного и школьного возраста, скрининг и web-представление товароведной информации.

НТБ ПИХТ

Всего собрана, проанализирована и обобщена информация о 6189 наименованиях продуктов 129 производителей по каждой области Республики Беларусь по 7 группам продуктов.

При исследовании были использованы следующие методы:

Метод литературного поиска – это выделение и рассмотрение отдельных сторон, признаков, особенностей, свойств явлений [65].

Анализ избранных случаев подразумевает интенсивное изучение отобранных примеров, связанных с объектом исследования [66].

Анализ аналитических таблиц. Построение аналитических таблиц является одним из важнейших приемов анализа [67].

Метод классификации использовался для деления групп товаров на подгруппы и для систематизации продуктов детского питания [68].

Моделирование – создание и изучение модели исследуемого объекта [69].

Кластерный анализ – один из методов многомерного анализа, предназначенный для группировки (кластеризации) совокупности элементов и получения однородных групп (кластеров) [70].

Метод регрессивного анализа применяется для определения параметров продукции, относящейся к конкретному параметрическому ряду, с целью построения и выравнивания ценностных соотношений.

Структурно-функциональный метод. Сущность структурного подхода к разработке сайта заключается в ее декомпозиции (разбиении) на автоматизируемые функции [71].

Метод формализации. Суть формализации сводится к тому, чтобы описать или предопределить некие свойства объекта или процесса и спрогнозировать его применение в случае появления в реальном мире [72].

Аксиоматический метод представляет новую теорию, которая выстроена на аксиомах и имеет свое вполне логическое обоснование [73].

Метод аналогии. Один из многих способов реализации необычного подхода к решению задачи [74].

3. Скрининг продуктов для детей дошкольного и школьного возраста и представление товароведной информации о них на специализированном сайте

В таблице 2 представлена информация о производителях, ассортименте продуктов, производимых всеми предприятиями Республики Беларусь, изученными в ходе исследования.

Таблица 2 – Информация о группах товаров, предприятиях-производителях, и количестве изучаемых продуктов

Предприятия	Количество изучаемых продуктов
МОЛОКО И МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ	
Минская область	
ОАО «Минский молочный завод №1»;	38
ОАО «Молочные горки»;	12
ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат»;	35
ОАО «Здравушка-милк»;	25
ГП «Молочный гостинец»;	20
ООО «БИОМОЛПРОМ»;	12
ООО «Несвижский завод детского питания»;	13
7 предприятий	**155**
Гродненская область	
ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат»;	14
ОАО «БЕЛЛАКТ»;	42
ОАО «Молочный мир»;	60
ОАО «Щучинский маслосырзавод»;	31
ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат»;	23
«Ошмянский сыродельный завод» филиал ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат»;	17
6 предприятий	**187**
Брестская область	
ОАО «Савушкин продукт»;	38
ОАО «Берёзовский сыродельный комбинат»;	45
ОАО «Пружанский молочный комбинат»;	32
ОАО «Барановичский молочный комбинат»;	30
ОАО «Лунинецкий молочный завод»;	4
СОАО «Ляховичский молочный завод»;	9
ОАО «Кобринский масло-сыродельный завод»;	77
ОАО «Брестское мороженое»;	7
8 предприятий	**242**
Гомельская область	
ОАО «Рогачёвскиймолочноконсервный комбинат»;	29
ОАО «Калинковичский молочный комбинат»;	20

РЕПОЗИТОРИЙ

ЧУП «Мозырские молочные продукты»;	13
ОАО «МИЛКАВИТА»;	41
ЧУП «Светлогорский молочный завод»;	4
5 предприятий	**107**
Могилевская область	
ОАО «Бабушкина крынка»;	69
ОАО «БЫХОВМОЛОКО»;	9
ОАО «Мстиславский маслодельный-сыродельный завод»	17
СООО «ДАНОН»	22
4 предприятия	**117**
Витебская область	
ОАО «Лепельский молочноконсервный комбинат»;	13
ОАО «Глубокский молочноконсервный комбинат»;	24
ОАО «Молоко»;	38
ОАО «Полоцкий молочный комбинат»;	22
ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод»;	43
ОАО «Оршанский молочный комбинат»;	20
ОАО «ОРШАСЫРЗАВОД»;	10
ОАО «Поставский молочный завод».	24
8 предприятий	**194**
Всего 38 предприятий	**1002**
МЯСО И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ	
Минская область	
ОАО «Минский мясокомбинат»;	73
ОАО «Слуцкий мясокомбинат»;	68
ОАО «Борисовский мясокомбинат»;	1
СЗАО «Агрокомбинат Колос»;	11
ООО «Акдимол»;	2
5 предприятия	**155**
Гродненская область	
ОАО «Гродненский мясокомбинат»;	46
ОАО «Волковыский мясокомбинат»;	55
ОАО «Лидский мясокомбинат»;	64
ОАО «Слонимский мясокомбинат»;	39

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

ОАО «Ошмянский мясокомбинат»;	54
5 предприятий	**258**
Брестская область	
ОАО «Пинский мясокомбинат»;	64
ИП «Инко-фуд» ООО;	6
СП «Санта Бремор» ООО;	4
ОАО «Брестский мясокомбинат»;	3
4 предприятия	**77**
Гомельская область	
ОАО «Калинковичский мясокомбинат»	66
ГП «Совхоз-комбинат «Заря»;	5
2 предприятия	**71**
Могилевская область	
ОАО «Могилевский мясокомбинат»;	80
ОАО «Бобруйски мясокомбинат»;	40
СЗАО «Белатмит»;	4
3 предприятия	**124**
Витебская область	
ОАО «Витебский мясокомбинат»;	17
ОАО «Глубокский мясокомбинат	1
2 предприятия	**18**
Всего 21 предприятие	**703**
РЫБА И РЫБНЫЕ ПРОДУКТЫ	
Минская область	
ОАО «Белрыба»;	266
ООО «Белвнешрыбторг»;	11
ООО «Фауна»;	154
ИЧТПУП «Вкус рыбы плюс»;	101
КПУП «Минскрыбпром»;	151
ОАО «Рыбхоз «Красная Слобода»;	3
ОАО «Рыбхоз «Волма»;	10
7 предприятий	**696**
Гродненская область	
СП «Леор Пластик» ООО;	159
ООО «Камчатская рыба»;	22
2 предприятий	**181**

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ ИМ. П.О. СУХОГО

Брестская область	
СП «Санта Бремор» ООО	114
ОАО «Опытный рыбхоз «Селец»;	13
2 предприятия	**127**
Гомельская область	
ОАО «Гомельский рыбокомплекс»;	104
1 предприятие	**104**
Могилевская область	
ОАО «Могилеврыба»;	75
СООО «Чизмастер»;	63
2 предприятия	**138**
Витебская обалсть	
ЧПТУП «Иваси-Плюс»;	105
ООО «Сузорье»;	153
КПУП «Производственно-технологический цех г. Браслав»;	24
ОДО «Витебскрыба».	159
4 предприятия	**441**
Всего 18 предприятий	**1687**
ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ	
Гродненская область	
ОАО «Лидские пищевые концентраты»	46
ОАО «Лидахлебопродукт»	20
2 предприятия	**66**
Брестская область	
ОАО «Верховичский крахмальный завод»	1
1 предприятие	**1**
Могилёвская область	
ОАО «Климовичский комбинат хлебопродуктов»	10
1 предприятие	**10**
Витебская область	
КУП «Витебский кондитерский комбинат «Витьба»;	41
1 предприятие	**41**
Гомельская область	
СП «Спартак» ОАО;	3
1 предприятие	**3**

РЕПОЗИТОРИЙ ВГАВМ

Минская область	
УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» ОАО «Минскоблхлебопродукт»;	10
ООО «Ароматик»;	1
ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов»;	21
ОАО «Слуцкий комбинат хлебопродуктов»;	11
ОАО «МИНСК КРИСТАЛЛ»;	1
ПОДО «Онега».	19
6 предприятий	**63**
Всего 12 предприятий	**184**
ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ	
Витебская область	
ОАО «Витебскхлебпром»	118
1 предприятие	**118**
Гродненская область	
ОАО «Гроднохлебпром»	76
1 предприятие	**76**
Могилевская область	
ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай»	93
Минская область	
Куп «Минскхлебпром»	157
ОАО «Борисовхлебпром»	47
ОАО «Слуцкий хлебозавод»	48
3 предприятия	**252**
Гомельская область	
ОАО «Гомельхлебпром»	135
1 предприятие	**135**
Брестская область	
ОАО «Берестейский пекарь»	81
Всего 8 предприятий	**755**
КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ	
Минская область	
СОАО «Коммунарка»	88
КОНДИТЕРСКАЯ ФАБРИКА «Сладушка»	82
СОО Новое столетие	6
ЗАО «Михаэлла»	53

НТБ ОНАХТ

КПУП «Минскхлебпром»	167
ОАО «Слодыч»	80
6 предприятий	**476**
Гомельская область	
СП ОАО «Спартак»	135
ОАО «Красный Мозырянин»	110
ОАО «Гомельхлебпром»	26
3 предприятия	**271**
Витебская область	
КПУП «Витьба»	95
1 предприятие	**95**
Могилевская область	
ОАО «Красный пищевик»	94
ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай»	101
2 предприятия	**195**
Брестская область	
«Идеал» СООО «Первая шоколадная компания»	33
Филиал ОАО «Берестейский пекарь» Давид-Городокский хлебозавод	17
2 предприятия	**50**
Всего 14 предприятий	**1087**
КОНСЕРВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ	
Витебская облласть	
ОАО «ОРШАНСКИЙ МЯСОКОНСЕРВНЫЙ КОМБИНАТ»	54
1 предприятие	**54**
Гомельская область	
ОАО «Туровский консервный комбинат»	7
ОАО «Калинковичский мясокомбинат»	11
2 предприятия	**18**
Минская область	
ОАО «Борисовский консервный завод «Асалода»	20
ОАО «Гамма вкуса»	61
ОАО «Беллакт»	38
ЧУП «МОЛОДЕЧНЕНСКИЙ ПИЩЕВОЙ КОМБИНАТ»	42

ИТК ОНАХТ

СООО «Оазис Групп»	8
ООО «Сакотис»	6
СООО «ТПГ Вест Ост Юнион»	279
7 предприятий	**454**
Брестская область	
ОАО «Кобринский консервный завод»	27
ОАО «Барановичский комбинат пищевых продуктов»	27
ОАО «Пружанский консервный завод»	28
ОАО «Березовский мясокомбинат»	24
ОАО «Ляховичский консервный завод»	38
5 предприятий	**144**
Могилевская область	
ОАО «Быховский консервный овоще-сушильный завод»	54
1 предприятие	**54**
Гродненская область	
ОАО «Гродненский консервный завод»	27
ОДО «ФИРМА АВС»	20
2 предприятия	**47**
Всего 18 предприятий	**771**
Всего проанализирован ассортимент 129 предприятий Республики Беларусь	**6189**

3.1 Скрининг продуктов группы пищевые концентраты, производимых в Гродненской области и ее представление

В данном разделе *в качестве примера* нами представлены результаты скрининга только по одной группе – пищевые концентраты по Гродненской области.

В ходе анализа был изучен ассортимент 2 предприятия Гродненской области, всего ассортимент из 66 наименований продуктов:

1 ОАО «Лидские пищевые концентраты»

2 ОАО «Лидахлебопродукт»

По результатам проведенного изучения был произведен отбор подходящих пищевых концентратов для питания детей школьного и дошкольного возраста. В таблице 3 представлены результаты отбора.

РТБ ОНАХТ

Таблица 3 – Отбор пищевых концентратов для детей дошкольного и школьного питания (фрагмент)

Производитель	Продукция	Особенности изделий	Оценка соответствия*
1	2	3	4
ОАО «ЛИДСКИЕ ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ»	Супы быстрого приготовления: -суп гороховый; -суп гороховый с мясом; -суп грибной с вермишелью и луком; -суп грибной с рисом; -суп харчо (домашний, острый, с мясом); -суп овощной с вермишелью; -суп рассольник; -суп рисовый с овощами; -суп рисовый с мясом; -суп столовый; -суп вермишелевый.	Горох варено-сушеный, соль поваренная пищевая йодированная, мука пшеничная, жир кондитерский, лук сушеный, усилитель вкуса и аромата – глутамат натрия, перец черный молотый. Пищевая ценность 100 г продукта: белки – 19 г, жиры – 5,5 г, углеводы – 44 г, энергетическая ценность – 300 ккал (1260 кДж).	
	Супы, не требующие варки: -суп гороховый; -суп гороховый со вкусом мяса; -суп перловый грибной; -суп-пюре картофельный с мясом; -суп-пюре рисовый со вкусом курицы.	Гороховые хлопья, пшеничные гренки, картофельное пюре, картофельный крахмал, йодированная соль, морковь, глутамат натрия, лук, жир кондитерский, сахар, зелень петрушки, куркума, перец черный молотый.	

ПРОЕКТ

ОАО «ЛИДСКИЕ ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ»	Супы брикетированные: -суп гороховый; -суп гороховый Лидский; -суп гороховый Славянский; -суп столовый	Горох варено-сушеный, соль поваренная пищевая йодированная, мука пшеничная, жир кондитерский, лук сушеный, усилитель вкуса и аромата – глутамат натрия, перец черный молотый.	
	Кисели: - кисель с ароматом вишня, абрикос, черника, брусника, клубника, малина, лесная ягода, земляника, клюква. -кисель яблочный; -кисель клюквенный; -кисель плодово-ягодный; -кисель черносмородиновый.	**Состав:** Сахар-песок, крахмал картофельный, вода питьевая кипяченая, регулятор кислотности – кислота лимонная моногидрат пищевая (Е330), ароматизатор пищевой идентичный натуральному, краситель пищевой «Понсо» (Е124). **Пищевая ценность** 100 г продукта: углеводов – 92 г. Энергетическая ценность – 360 ккал.	
	Желе: -желе с ароматом киви, клубники, вишни, апельсина	Сахар белый, желатин пищевой (консервант Е 220), пищевая добавка: регулятор кислотности – лимонная кислота моногидрат пищевая, ароматизатор, краситель (красители Е 102, Е 133). Содержит краситель «Тартразин», который может оказывать отрицательное влияние на активность и внимание детей.	

НТБОНИТ

ОАО «ЛИДСКИЕ ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ» 	Картофельные смеси: -драники; -клецки	картофель сушеный, мука пшеничная, крахмал картофельный, соль поваренная пищевая йодированная, сыворотка молочная сухая подсырная, лук сушеный, разрыхлитель-сода пищевая (натрий двууглекислая Е500). Содержание жира: 5-8%	
	Кукурузные палочки: -ХРУСТЯШКИ сладкие, неглазированные;	Крупа кукурузная, сахар, масло растительное дезодорированное, соль поваренная пищевая йодированная. Пищевая ценность 100 г продукта: белки – 4,7 г, жиры – 21,2 г, углеводы – 62,7 г, энергетическая ценность – 460 ккал.	
	-Хрумстик (ванильные, глазированные, лимонные, с медом, со сгущенным молоком);	Крупа кукурузная, сахар белый, какао-порошок, молоко цельное сгущенное с сахаром, соль поваренная пищевая йодированная. Пищевая ценность в 100 г продукта: белки – 8 г, жиры – 2 г, углеводы – 79 г, энергетическая ценность – 370 ккал.	

НТБ ОГАТ

ОАО «ЛИДА ХЛЕБОПРОДУКТ» Лидская Мука	Полуфабрикаты мучных изделий: -мука для пиццы (дрожжевая, обыкновенная, домашняя); -мука для блинов (любительские, для гурманов, для завтраков); -мука для оладий («Вкусные»); -мука для тортов (бисквитный, «загадка», «шоколаный», «космос»); -мука для кексов («лидский», «раница»); -мука для хлеба (пшеничный, пшеничный с хлопьями пшеницы, пшеничный с отрубями); -мука для печенья («листики», песочное); -мука для пончиков; -мука для хвороста	Мука пшеничная высший сорт, дрожжи хлебопекарные сушеные, сахар-песок, соль поваренная пищевая йодированная.	

* Оценка соответствия

- -продукты пригодные для питания детей дошкольного и школьного возраста;
- - продукты пригодныограниченно, из-за содержания единичных рецептурных компонентов, не рекомендуемых в питании детей;
- - не пригодные продукты.

3.2 Разработка макета сайта для представления маркетинговой информации о продуктах для дошкольного и школьного питания

При разработке макета сайта используются преимущественно светлые и контрастные цветовые решения. Цветами, взятыми за

основу при создании макета, являются белый и оранжевый. Белый цвет используется для фона сайта, тем самым создает ощущение простора и свободы. Заголовок и логотип в «хедер», а так же меню сайта оформлено в оранжевом цвете. Этот цвет связан с импульсивностью, энергией, активностью, конкуренцией, весельем, часто встречается в визуальных образах детских товаров, используется для сообщений, к которым важно привлечь внимание ввиду их актуальности.

Информация, представленная на страницах специализированного интернет-сайта, должна быть структурирована для удобства поиска. В макет сайта рекомендуется включить следующие разделы:

- **Главная страница** – на ней будет краткая информация для посетителей о сайте, на который они зашли;
- **О проекте** – на странице будет указана цель проекта, кем и для чего создан, показана актуальность освещаемой проблемы;
- **Родителям и Специалистам** – в данных разделах будет представлен каталог отобранной продукции, рекомендуемой для ДШП, критерии, по которым осуществлялся отбор специализированных продуктов, непосредственно сам отбор, ссылки на документы, из которых взята информация о критериях;
- **Опрос** – позволит лучше понять аудиторию сайта, осведомлённость о принципах и правила питания детей дошкольного и школьного возраста, позволить вносит в сайт обновления по результатам анкетирования;
- **Интересное** – на странице отображается список новостей в порядке убывания по дате публикации.

На каждой странице в «хедере» предлагается отображать обновленный логотип сайта, который является простым и понятным, не перегружен лишней информацией (рисунке3), а также слоган сайта: «Растим здоровых детей!».

Главная страница сайта – это лицо сайта. Глядя на главную страницу, пользователь должен понять, что это за web-сайт, чем он занимается (рисунок 4). На главной странице размещен так называемый статус сайта – «Каждый родитель должен быть специалистом по питанию своих детей дома, а каждый специалист по питанию детей вне дома (садике, школе), должен быть в этом смысле для них родителем».



Рис. 3. Логотип сайта

Также на главной странице будет отражаться слоган и логотип, именно он поможет узнавать сайт в дальнейшем из тысячи других. Для пользователя важно, чтоб с главной страницы он смог легко и беспрепятственно перейти на любой другой раздел этого сайта. Для этого, на главной странице создано меню, в котором выделены основные разделы сайта. Меню будет отражаться в каждом разделе сайта для простоты и удобства возврата на исходную вкладку.



Рисунок 4 – Макет главной страницы web-сайта

Страница «О проекте» это раздел сайта, куда люди обращаются чтобы понять и узнать больше о том, где они находятся. Люди с разными вопросами и целями посещают эту страницу, но наша задача одна: рассказать им, почему они попали на сайт или чем этот сайт окажется для них полезным (рисунок 5).



Рис. 5. Макет дополнительного раздела «О проекте»

В разделе «Родителям» представлен каталог отобранной продукции, рекомендуемой для питания детей дошкольного и школьного возраста, систематизированный по группам товаров, областям и производителям (рисунок 6).

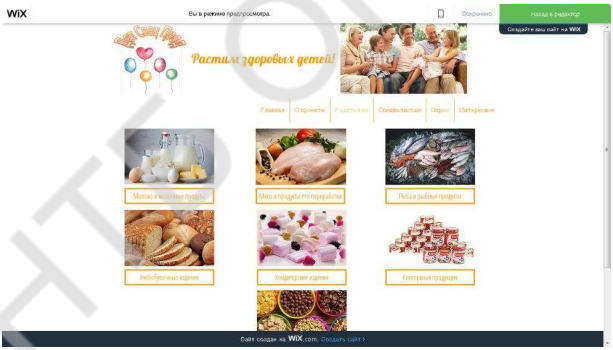


Рис. 6. Макет дополнительного раздела сайта «Родителям»

В разделе «Специалистам» представлены ссылки на критерии и отбор для каждой товарной группы. В них имеются ссылки на нормативные документы, из которых была взята информация (рисунок 7).

В разделе «Интересное» посетитель сможет найти для себя актуальные и интересные новости, связанные с дошкольным и школьным питанием, продуктами здорового питания (рисунок 8). «Кликнув» мышкой на название статья, картинку или кнопку подробнее посетитель переходит на страницу с новостью.



Рис. 7. Макет дополнительного раздела «Специалистам»

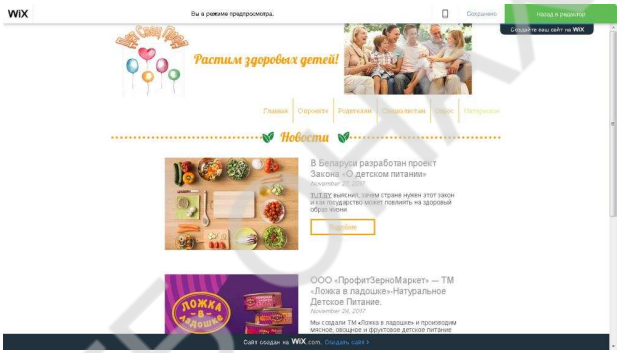


Рис. 8. Макет дополнительного раздела «Интересное»

Разработка макета типовых страниц является не менее важным этапом создания сайта. Типовые блоки страницы описываются с целью структурирования информации. Такие блоки представлены в разделе «Родителям» (рисунок 6) в котором сгруппированы продукты по основополагающим признакам.

«Кликнув» на интересующую группу товаров, посетитель сайта автоматически переходит на следующую типовую страницу. На ней представлено название категории, которую выбрал посетитель. Под названием есть кнопка возврата на предыдущую страницу в виде стрелочки. Также на странице имеется карта Республики Беларусь с выделенными областными городами (рисунок 9).



Рис. 9. Макет типовой страницы – Карта

Нажав на стрелочку под названием интересующей области посетитель попадает на следующую типовую страницу – производители области. Выбрав интересующего производителя появляется следующая типовая страница – список разрешенных продуктов питания для детей дошкольного и школьного возраста, по выбранной ранее категории.

В разделе «Опрос» посетителю предлагается пройти анкету-опрос, для изучения степени осведомлённости о правильном и рациональном питании (рисунок 10). Данный раздел создан с целью сбора информации, для дальнейшего ее использования при модернизации сайта: добавление новых дополнительных разделов, информации и другое. Нажав на кнопку «Начать тест» запускается режим для прохождения опроса (рисунок 11).



Рис. 10. Макет дополнительного раздела «Опрос»

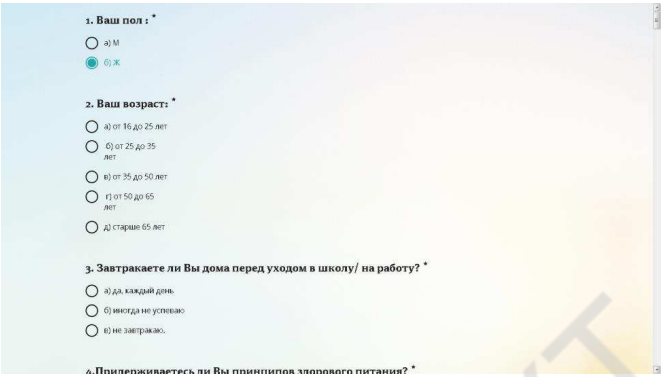


Рис. 11. Макет страницы «Тест»

Заключение

Информационный поиск осуществлялся на основе актуальных источников ТНПА таможенного союза, а также информационных ресурсов РНПЦ гигиены (Беларусь), ФГБНУ "НИИ питания", "Научно-исследовательский институт детского питания" (Россия), нормативных технических актов Белоруссии, России, Украины, сайтов производителей продуктов питания, других доступных источников в интернете и литературе.

Изучив и проанализировать информацию, представленную в данных документах, были разработаны товароведные паспорта, в которых представлены общие и частные критерии отбора. Паспорт разделен на пять групп, в каждой из которых представлены следующие показатели: назначения, надежности, эргономичности, экологичности, безопасности.

В ходе работы подвергнуто анализу 129 предприятий Республики Беларусь, которые включают 6189 наименований товаров. Изучен ассортимент 38 предприятий, производящих молоко и молочные продукты (1002 наименований продукции); 21 предприятие по производству мяса и продуктов его переработки (703 наименования); 18 предприятий рыбы и рыбных продуктов (1687 наименований); 12 предприятий по производству пищевых концентратов (184 наименования); 8 предприятий хлебобулочного производства (775 наименований); 14 предприятий по производству кондитерских изделий (1087 наименований) и 18 предприятий, производящих консервные изделия (771 наименование).

Отбор товаров по установленным критериям был произведен на примере группы пищевых концентратов. Изучена информация о 184 продуктах 12 предприятий данной отрасли, которые функционируют на территории РБ. По итогам отбора: 85 наименований – пригодные в питании детей дошкольного и школьного возраста, 71 – условно пригодные, 28 – не пригодные.

Вся собранная в результате работы маркетинговая информация была представлена в макете сайта. При разработке макета сайта использовались преимущественно светлые и контрастные цветовые решения. Цветами, взятыми за основу при создании макета, являются белый и оранжевый. В макет сайта включает следующие разделы: Главная страница; О проекте; Родителям и Специалистам; Опрос; Интересное.

Для оценки фактического питаниянаселения Республики Беларусь была разработана электронная анкета, которая представлена в макете сайта. Она включает в себя 51 вопрос, которые позволят оценить фактическое питание населения Республики Беларусь.

По результатам исследования опубликовано 10 печатных работ.

Список использованной литературы:

1. Специализированные продукты питания для детей. [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://sov.opredelim.com/. – Дата доступа: 07.02.2018.

2. Краткая характеристика основных видов продуктов детского питания. [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://www.service-holod.ru/. – Дата доступа: 07.02.2018.

3. Специализированные продукты детского питания. [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://www.kelechek.ru/. – Дата доступа: 07.02.2018.

4. Межгосударственный стандарт (ГОСТ). [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org. – Дата доступа: 04.04.2017.

5. Сертификация продукции. [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://www.cci.su/. – Дата доступа: 04.04.2017.

6. Мясные продукты для детей: как выбрать безопасные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://roscontrol.com/. – Дата доступа: 06.11.2017.

7. ГОСТ Р 51187-98 «Полуфабрикаты мясные рубленые, пельмени, фарши для детского питания»

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

8. ГОСТ 31465-2012 «Полуфабрикаты из мяса птицы для детского питания»
9. ГОСТ Р 56364-2015 «Полуфабрикаты из мяса птицы рубленые с пониженной калорийностью»
10. ГОСТ 32752-2014 «Субпродукты охлажденные»
11. ГОСТ 32888-2014 «Консервы. Паштеты для детского питания»
12. ГОСТ Р 55794-2013 «Консервы из мяса птицы для ДШП»
13. ГОСТ 31802-2012 «Изделия колбасные вареные мясные для детского питания»
14. ГОСТ 31779-2012 «Колбасы полукопченые для детского питания»
15. ГОСТ Р 54753-2011 «Ветчина вареная в оболочке для детского питания»
16. ГОСТ Р 56365-2015 «Российское качество. Изделия ветчинные из мяса птицы для детского питания»
17. ГОСТ Р 52818-2007 «Изделия колбасные вареные из мяса птицы для детского питания»
18. ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции»
19. Молоко и молочные продукты в питании малышей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.2mm.ru/. – Дата доступа: 06.11.2017.
20. СТБ 1860-2009 «Молоко детское стерилизованное. Технические условия»
21. ГОСТ 32252-2013 «Молоко питьевое для питания детей дошкольного и школьного возраста»
22. ТУ 9222-344-00419785-03 «Молоко питьевое и напиток молочный стерилизованные обогащенные для питания детей преддошкольного, дошкольного и школьного возраста»
23. ГОСТ 32924-2014 «Сливки питьевые для детского питания. Технические условия»
24. СТБ 1859-2009 «Кефир детский. Технические условия»
25. ГОСТ 32925-2014 «Кефир для детского питания. Технические условия»
26. ТУ 9222-095-00419006-10 «Кефир из козьего молока для детского питания»
27. ТУ 9222-470-00419785-10 «Йогурты для питания детей дошкольного и школьного возраста»

НГБОНАХТ

28. ГОСТ 32927-2014 «Творог для детского питания. Технические условия»
29. ГОСТ 32928-2014 «Простокваша для детского питания. Технические условия»
30. ТУ 9222-096-00419006-10 «Простокваша из козьего молока для детского питания»
31. ГОСТ 32926-2014 «Ацидофилин для детского питания. Технические условия»
32. ГОСТ 33633-2015 «Масло сливочное для детского питания. Технические условия»
33. ГОСТ 33631-2015 «Сыры для детского питания. Технические условия»
34. ГОСТ Р 53946-2010 «Консервы молочные. Молоко сухое для производства продуктов детского питания. Технические условия»
35. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»
36. ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»
37. ГОСТ 33282-2015 «Филе рыбы мороженое для детского питания»
38. ТУ 9261-133-00472124-09 «Полуфабрикаты из рыбы для дошкольного и школьного питания»
39. ТУ 9266-134-00472121-04 «Филе (с кожей или без кожи, филе-кусок) рыбное мороженое с глазурью или без глазури (полуфабрикаты из филе)»
40. ТУ 9261-133-00472124-09«Полуфабрикаты из рыбы для дошкольного и школьного питания»
41. ТУ 9261-059-00472124-10 «Фарш из сиговых видов рыб мороженый для дошкольного и школьного питания»
42. ТУ 9269-040-00472124-07«Сельди мало- и слабосоленые»
43. ГОСТ 29276-92 «Консервы рыбные для детского питания. Технические условия»
44. ТР ЕАЭС 040/2017 «О безопасности рыбы и рыбной продукции»
45. Хлеб в питании ребенка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://detskoe-menu.ru. Дата доступа: 10.11.2017.
46. Специальный технический регламент о безопасности хлебопекарной и макаронной продукции
47. Детские мясные консервы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dom-eda.com. Дата доступа: 10.11.2017.

48. ГОСТ 32889-2014 «Консервы мясные кусковые для детского питания. Технические условия»

49. ГОСТ 32888-2014 «Консервы. Паштеты для детского питания»

50. ГОСТ Р 55574-2013 «Паштеты для детского питания»

51. Пищевые концентраты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://медпортал.com – Дата доступа: 06.11.2017.

52. Врачи не рекомендуют сухие завтраки http://newsland.com/news/detail/id/711563/

53. ГОСТ Р 51172-98 «Концентраты пищевые. Каши лечебно-профилактические для детского питания. Технические условия»

54. ГОСТ Р 50847-96 «Концентраты пищевые первых и вторых обеденных блюд быстрого приготовления. Технические условия»

55. ГОСТ 18488-2000 «Концентраты пищевые сладких блюд. Общие технические условия»

56. ГОСТ Р 50366-92 «Концентраты пищевые. Полуфабрикаты мучных изделий. Общие технические условия»

57. СТБ 990-95 «Концентраты пищевые. Соусы кулинарные порошкообразные. Общиетехнические условия»

58. Использование информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iem.natm.ru/.– Дата доступа: 09.12.2017

59. «Росконтроль» – независимая экспертиза товаров. [Электронный адрес]. – 2016. – Режим доступа: https://roscontrol.com/. – Дата доступа: 29.10.2017

60. ТУ 9115-008-05747152-92-95 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Изделия булочные для детского питания профилактического назначения»

61. Проект ГОСТ Р «Изделия хлебобулочные для детского питания. Общие технические условия»

62. ТУ 9110-002-79899185-2008 «Изделия хлебобулочные "Умница" для питания детей дошкольного и школьного возраста»

63. Специальный технический регламент о безопасности хлебопекарной и макаронной продукции

64. Временные методические рекомендации г. Москвы "Кондитерские изделия для детей и подростков" МосМР 2.4.5.004-02

65. Методы исследования [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://s21.ozersk.chel.fcior.edu.ru/. – Дата доступа: 20.04.2017.

НЕ ОНАТ

66. Анализ избранных случаев [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://xreferat.com/ . – Дата доступа: 20.04.2017.

67. Построение аналитических таблиц [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://polbu.ru/. – Дата доступа: 20.04.2017.

68. Приложение 7 (рекомендуемое). Краткая характеристика основных видов продуктов детского питания. [Электронный адрес]. – 2017. – Режим доступа: http://www.service-holod.ru/. – Дата доступа: 01.04.2017.

69. Методология и методы педагогического исследования (учебно-методическое пособие). [Электронный адрес]. – 2016. – Режим доступа: http://pedlib.ru/. – Дата доступа: 11.12.2016.

70. Кластерный анализ. [Электронный адрес]. – 2016. – Режим доступа: http://cdo.bseu.by/. – Дата доступа: 11.12.2016.

71. Структурный подход к проектированию. [Электронный адрес]. – 2016. – Режим доступа: http://www.hitechforum.ru/. – Дата доступа: 09.12.2016.

72. Что такое формализация? Метод формализации. Понятие, суть, этапы, результат, примеры, виды формализации. [Электронный адрес]. – 2016. – Режим доступа: http://fb.ru/. – Дата доступа: 09.12.2016.

73. Аксиоматический метод. [Электронный адрес]. – 2016. – Режим доступа: http://xn--b1aecb4bbudibdie.xn--p1ai/. – Дата доступа: 09.12.2016.

74. Аналогия – что такое? Метод аналогии. [Электронный адрес]. – 2016. – Режим доступа: http://fb.ru/. – Дата доступа: 09.12.2016.

НТБ ОНАХТ

ENRICHMENT OF GEORGIAN CHEESE WITH BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS OF SAPERAVI

Author – Maisuradze G.
Supervisor – Elanidze L.
Telavi State University

Food quality can be considered as one of the most important and essential issue in every epoch. Nutrient substances play a prominent role in supplying the human body/organism with special biologically active components. According to balanced feeding theory for normal functioning in the physiological framework of the human body, not only proteins, fats and carbohydrates are necessary, also there are other substances such as irreplaceable amino acids, vitamins, minerals and other biologically active natural substances.

Increasing food quality of product and food optimization natural and accessible way is depended on combination of animal and vegetable raw materials. It has been proved that with merge of animal and vegetable components we make enrichment of products with biologically active substances.

Dairy products are considered as one of the perspective raw materials for making multicomponent product that can include dietary, medicinal and prophylactic purposes.

The paper represents the discussion and results of the experiment about some phenols which are transferred into the cheese after aging in Saperavi wine and the cheese which prepared in Saperavi wine and then aging in the same wine. On the base of experiment the following results have been uncovered – the common phenols and anthocyanin's rate in the cheese aged in Saperavi wine and define the reliability of mentioned substances as biologically active, and a real source for the formation of medicinal and prophylactic value.

Introduction

"Cheese – this is a milk leap for immortality"
Clifton Fadiman

Many centuries ago, Socrates declared a genius phrase: 'Health is not everything, but everything becomes nothing without health'. A lot of influential factors are considered to be the hinder for human health, such as modern life rhythm, undesirable ecological environment, improper meal, stress, deficiency of important substances for the human body, etc.

A lot of scientific researches and experiments prove that on the one hand traditional, high quality food, prepared with a variety of ingredients, still is not able to give human body full range of adequate quantity of biologically active and necessary substances, on the other hand useful nutrients has negatively impacted on human health for normal functioning of human body. Mainly, it is especially important that every cell to be fulfilled with diverse range of necessary substances.

Analytical review

Food quality can be considered as one of the most important and essential issue in every epoch. Nutrient substances play a prominent role in supplying the human body/organism with special biologically active components. According to balanced feeding theory for normal functioning in the physiological framework of the human body, not only proteins, fats and carbohydrates are necessary, also there are other substances such as irreplaceable amino acids, vitamins, minerals and other biologically active natural substances. Number of scholars held experiments and made their own views around the exact topics.

One of them is an academician Valentin Ivanovich Pokrovsky who was the founder of rational feeding claims that a special significance is regarded to irreplaceable nutrients, such as irreplaceable amino acids, balance of fatty acids, interaction between vitamins and minerals and connection with other food components.

World famous organizations Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization (WHO) experts reported scientific invoice that in the balanced ration from the total nutrition energy proteins represent/contains 10-15%, Fat – 15-30% and Carbohydrates – 55-75% [1].

It is known that daily human body needs 90 nutrition, it can't formed by themselves, they are receive the substances from food. 60 micro and

macro elements, 16 main vitamins, 12 exogenous amino acids and 3 basic fats are included in necessary food components.

Increasing food quality of product and food optimization natural and accessible way is depended on combination of animal and vegetable raw materials. It has been proved that with merge of animal and vegetable components we make enrichment of products with biologically active substances.

Dairy products are considered as one of the perspective raw materials for making multicomponent product that can include dietary, medicinal and prophylactic purposes.

It is necessary to identify that dairy products, especially cheese has one of the most outstanding places in the list of correct, balanced feeding product. History of cheese production is 4 000 years old all over the world. In Georgia there is saved cheese storage pottery – Kvevri (picture 1) – that is dated as 8000 years old. According the information Georgia can be named not only the home of wine, but the home of cheese [19].



Picture 1. Kvevri Picture 2. Variety of cheese

There are hundreds of species of cheese those are prepared with the help of various technologies. Officially 14 varieties of cheese are registered in Georgia: Dambalkhacho, Chogi, Tenili kveli, Kalti, Kobi, Acharuli Chechili, Meskhuri Chechili, Sulguni, Megruli sulguni, Svanuri sulguni, Gudis kveli, Tushuri Guda, Imeruli kveli and Kartuli kveli. A founder of "cheese house" – Ana Chikvaidze-Mikadze explained that Imeruli kveli and Sulguni have the most popularity in Georgia [15], (picture 2) [15].


a

b

Picture 3. Cheese aging in Saperavi wine (a*)* [20]; the cheese aged in Saperavi wine and (b) the cheese which prepared in Saperavi wine and then aging in the same wine [18]

Cheese is defined as the most valuable nutrient that contains number of substances, such as: milk protein, fat, irreplaceable amino acids, Calcium salt, phosphorus, etc. It is obvious that all above mentioned substances supply to make better function of a human body [2]. All of substances are prominent values for normal functioning and regeneration of body. For instance: Calcium makes strengthen of bones and teeth. Calcium which is in cheese has better features. Organism can absorption it easily.

The global issue about food quality has been raised to be solved by the world scientists and entrepreneurs. Products should satisfy human body with highly qualified and biologically safe ingredients. In current years, in the consumer market absolutely new product has been appeared – cheese aging in red wine of Saperavi (pickture 3a,b) [18,20].

On the base of our opinion, it is a great combination nutritional value of cheese that is raised in such a case. We claim that the rate of therapeutic and prophylactic enrich the cheese. Combination of dairy products and vegetable components include multifunctional purpose. We should mention that combination of dairy and vegetable proteins makes more complete amino acid composition than only dairy product proteins [3]. A lot of scientific researches prove the thesis that red wine contains phenols which have high biological activity [4].

Phenols become almost a century investigating issue for majority of researchers. There are many scientific works which study phenol structure, also the issues of development and improvement of their research methods. Antioxidant activity of phenols is the most important point of scientists. It promotes the benefits of wine and therapeutic preventive values.

Wine that is so interesting liquid contains substances that are important for the body and they are soluble in biologically structured water. Red wine (pickture 4) [17] include more than 600 chemical substances. Among them is noteworthy the following substances: carbohydrates (Glucose, Fructose), vitamins, acids (wine, apple lemon, amber, milk), micro and macro elements (Calcium, Magnesium, Sodium, Phosphorus, Iron, Copper, Zinc, Manganese, Iodine, Fitter, Cobalt, Titanium). All amino acids necessary for life are discovered in red wine. In addition to the above listed substances, Biological point of view especially phenols are distinguished (flavonoids, phenolic acids, catechins, anthocyanins, stilbenes). They have strong antioxidant properties. To sum up the overview of the issues about it, we can say that they have unique feature of the binding of free radicals – cell damaging particles.

When we speak about health, wine and cheese it is impossible not to mention the product which is prepared by these two great products. And their combination makes synergism between the substances that they contain. There is a Georgian said: ‘cheese should exactly go step by step as a good housewife in the place where the wine steps’.

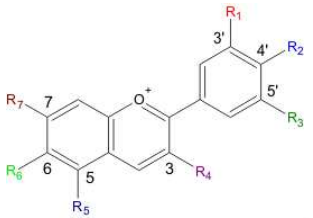
Centuries ago, in Georgia the cheese was saving in Clay potteries as well as wine. They were together for protecting human health during a long time. On the same base in 2010 a festival – “wedding” of cheese and wine Georgia was held in Anaklia. It was symbolic performance were cheese was a ‘bride’ and wine was a ‘son in Chokha’ to be presented their culinary pairing.

Phenols antioxidant activity is 20-50 times more rather than C and E vitamins. That's why polyphenols are considered as the most important and essential biologically active substances of decade, as some phenols increase life expectancy by 30-50% [5]. On the base of experiments, it is proved that the products that contain total number of polyphenols characterize synergism of antioxidant activity [6].

Anthocyanins are red pigments of grapes. Mostly they are in the form of anthocyanins monoglycosides. In composition of grapes and wine mostly are following monoglucosides: cyanidin, delphinidin, pelargonidin peonidin, malvidin, peonidin and petunidin [4] (picture 6) [16].

Some well-known researchers define that anthocyanins have antioxidant and P vitamin activity and they make chalet complexes with metals [7]. Anthocyanins protect tissues from superoxide oxidation [8]. Others prove that anthocyanidins can decrease the multiplication of malignant cells by increasing the number of oncogenic signals. Anthocyanins extract

is effective for increasing capillary conductivity. Also the substance has an impact on cancer cells. It can braking growth and development the cells. And also it has anti-action against of edema and inflammatory. Some scholars prove that in condition of "in vitro" anthocyanin decrease cancerous cells in human body (9 -13).



Anthocyanidin	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Cyanidin	OH	OH	H	OH	OH	H	OH
Delphinidin	OH	OH	OH	OH	OH	H	OH
Pelargonidin	H	OH	H	OH	OH	H	OH
Malvidin	OCH3	OH	OCH3	OH	OH	H	OH
Peonidin	OCH3	OH	H	OH	OH	H	OH
Petunidin	OH	OH	OCH3	OH	OH	H	OH

Picture 6. Basic Structure of Anthocyanidins [16]

Depending on the above mentioned, gives the opportunity to assume that in the preparation process of cheese it is active and too important to ageing it in the wine made from Saperavi grapes. On the base of it, the purpose of the research was to examine some of the phenolic substances that were transferred to Saperavi wine.

Object, subject and methods of research

As an object of an experiment was used:

- a cheese crust ageing in Saperavi wine;
- kneaded cheese crust in Sapersvi and aged it in the same wine;
- a cheese heart ageing in Saperavi wine;
- kneaded cheese heart in Sapersvi and aged it in the same wine;
- Saperavi wine before using for cheese ageing;
- Saperavi wine after using for cheese ageing;

There is a huge tandem between the cheese kneaded in Saperavi wine which has a sharply expressed aroma of the wine and a human health and his long living life. Also for the cheese wine makes natural vacuum and protects it from spoilage. Some technologies of the cheese which is kneaded in Saperavi are following: already prepared cheese that weighs about 200-300 gram is put on the wooden shelves for drying for 2 or 3 days. Then the dry chees is placed in the clay pottery – Kvevri where the Saperavi wine is added and the aging process begins, that is lasted about 2-3 weeks. After this period it is taken again and put it for 2-3 days to dry it again. After drying we repeat the mention process once more and finally it dries again and after a month the cheese is ready for realization.

The objects for the research were taken from: Food & Beverage Company in village kurdgelauri (Telavi municipality). Telavi, Kakheti, Georgia „Tsivis Kveli" , Individual entrepreneur Gocha Ghaghashvili (picture 5) [21].





Picture 4. Red wine [17] Picture 5. Cheese aging in Saperavi wine; cheese knead and aging in the same wine

We have identified some common phenols and anthocyanins by using spectrophotometric method [14]. Namely, for the research we used the method of Glories. Anthocyanins and general phenols were extracted from the cheese crust and heart were expelled the ingredients in a water-alcoholic resin, during 4 hours the solution was centrifuged at room temperature. On the filtered searching pattern was added buffer solution pH-3.2. Generally, in this type of buffer solution the maximum amount of antioxidants is transmitted from the experimental sample to the buffer solution. In our case to define anthocyanins and common phenols we used spectrophotometric apparatus. For determining the measurement of common phenols 280 nm wavelength ray was used, and for anthocyanins 520nm wavelength ray was used, 1 cm thick quartz and the data obtained in the formula.

Results of work

On the base of Experiment we can identify the results. It has shown that in the cheese there are phenols, including anthocyanins and common phenol content (tab. 1, 2). As it is known they are characterized by biological activity in different directions, therefore they have preventive and medicinal-prophylactic properties against the diseases such as tumor, cardiovascular pathologies, allergic and so on. Phenols, those are transferred in the cheese from Saperavi wine, with its own biologically active components promote high biological activity of the final product.

Table 1 – Cheese which is aging in Saperavi wine (Mg/L)

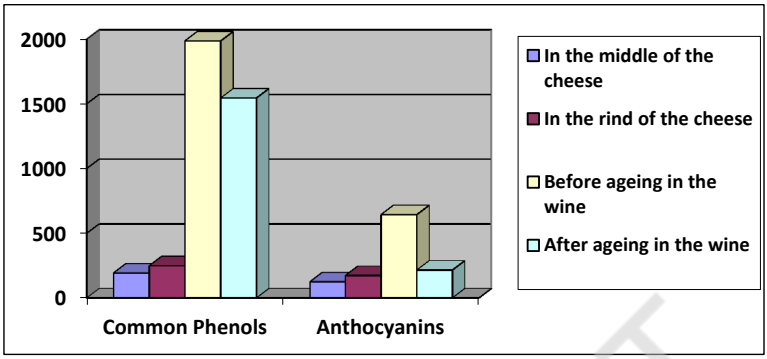
Names of Components	In the middle of the cheese	In the rind of the cheese	Before ageing in the wine	After ageing in the wine
Common Phenols	192	248	1985	1544
Anthocyanins	124	173	643	215

Table 2 – The cheese which prepared in Saperavi wine and then aging in the same wine (Mg/L)

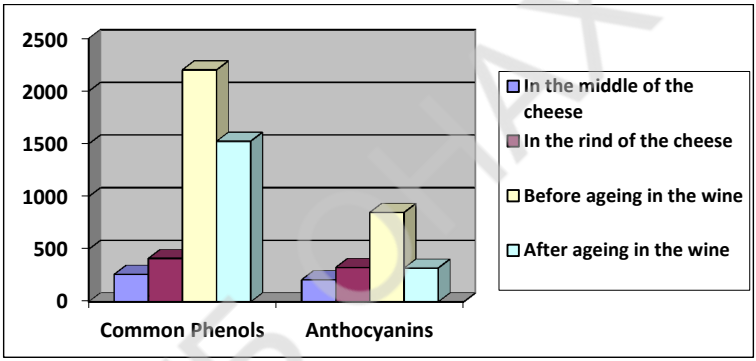
Names of Components	In the middle of the cheese	In the rind of the cheese	Before ageing in the wine	After ageing in the wine
Common Phenols	261	412	2202	1525
Anthocyanins	210	327	849	321

After comparing the results it's obvious that the experimental rind of the cheese is more enriched with common phenols and anthocyanins rather than middle space of the cheese that is caused with the direct contact to the rink of the cheese and Saperavi wine. Otherwise kneaded cheese in Saperavi and aged in Sapaeravi wine again contains more common phenols and anthocyanins rather than cheese which is only ageing in Saperavi wine (graph. 1,2).

We can prove that substances common phenols and anthocyanins can be used to enrich the cheese and produce specially functioned cheese in future.



Graph 1. Cheese which is ageing in Saperavi wine



Graph 2. The cheese which prepared in Saperavi wine and then ageing in the same wine

Conclusion

To sum up, on the base of experiment and overview (analysis) of some papers connected to the topic, proves that phenols which are transferred in the both kinds of cheese (the cheese which is ageing in Saperavi wine and the cheese which prepared in Saperavi wine and then ageing in the same wine) are reliable and represent a real source for the formation of medicinal and prophylactic value. It gives a scientific basis for its functional-purpose use.

At last, the above mentioned/given results are the basis for continuing scientific research to study the total impact of a wide range of phenolic compounds those are transmitted through the use of useful substances.

References

1. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report. Geneva. – 2003. Series 916. – P. 56.

2. Еремина О.Ю.; Ветрова О.Н. Разработка комбинированного мягкого кисломолочного сыра повышенной пищевой ценности. Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России: [Электронный ресурс]. – Материалы О.Ю IV международной научно-практической интернет-конференции 15 ноября – 15 декабря 2015 г. (ФГБОУ ВО «ПГУ»), г. Орел, Россия) – 2015. – Ст. 196.

3. Е.П. Лосева, М.П. Щетинин, З.Р. Ходырева. Актуальность производства многокомпонентных продуктов питания фгбоу впо «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» Современные проблемы здорового питания. Инновации и традиции. Международная научно-практическая конференция (11-12 ноября 2014 года) Сборник статей и докладов г. Барнаул, РОССИЯ – 2014. – Ст. 69.

4. Эланидзе Л. (2013): Технология биологически активной добавки виноградного происхождения «Georgian Vitae rimas XXI». Диссертация на соиск. уч. степ. докт. пищевых технологий. Телавский Государственный университет им. Як. Гогебашвили, Грузия, г. Телави – 2013. – Ст. 7-8; 14-15.

5. Эланидзе Л.Д., Бежуашвили М. Г., Окруашвили Д. Ш. Фенольные источники биологически активного пищевого добавка “GEORGIAN VITAE RIMAS XXI”. «Пищевая наука и технология» – 2013.- № 2(23). – Ст. 46-48.

6. Joseph Kanner, Edwin Frankel, Rina Granit, Bruce German, John E. Kinsella. Natural antioxidants in grapes and wines// *J. Agric. Food Chem* – 1994. – №*42* (1). – Pp 64–69.

7. Lapidot T., Harel S., Akiri B., GrantR., Kanner J., Agric J. pH-Dependet Forms of Red Wine Antocyains as Antioxidants // „Food chem.“ – 1999 – №47. – Pp. 67-70.

8. Harborne, J.B.; Williams, C.A. Anthocyanins and other flavonoids. Nat. Prod. Rept – 2001. – №18. – P.310-333.

9. Middleton, E.; Kandaswami, C. Effects of flavonoids on immune and inflammatory cell functions. Biochem. Pharmacol – 1992. – № *43*. – P. 1167-1179.

РЕПОЗИТОРИЙ

10. Zhao M.; Yang B.; Wang J.; Liu Y.; Yu L.; Jiang Y.M. Immunomodulatory and anticancer activities of flavonoids extracted from litchi (Litchi chinensis Sonn.) pericarp. Int. Immunopharmacol – 2007. № *7*. – P. 162-166.

11. Wang X.; Yuan S.; Wang J.; Lin P.; Liu G.; Lu Y.; Zhang J.; Wang W.; Wei Y. Anticancer activity of litchi fruit pericarp extract against human breast cancer in vitro and in vivo. Toxicol. Appl. Pharm. – 2006. – № 215. – P. 168-178.

12. Mukherjee A.K.; Basu S.; Sarkar N.; Ghosh A.C. Advances in cancer therapy with plant based natural products. Curr. Med. Chem. – 2001. № *8*. – P. 1467-1486.

13. Cooke, D.; Steward, W.P.; Gescher, A.J.; Marczylo, T. Anthocyans from fruits and vegeables – Does bright colour signal cancer chemopreventive activity? Eur. J. Cancer- 2005. – №41. – P. 1931-1940.

14. Maturation phenoligue: Dêfinition et contrôle. – 1998. GAILLAC (Tarn) – 8 JUILLET. – P. 3 -11.

Internet Resource:

15. https://sputnik-georgia.com/reviews/20160519/231737498.html

16. http://www.dongmyung.co.kr/htm/pdf/AnthocyaninsBrochure.pdf "Anthocyanins and Anthocyanidins" (2009) ChromaDex, Inc.

Internet Resource of Photos:

17. http://vinoge.com/enologia/wiTeli-Rvinis-dayeneba

18. https://www.facebook.com/tsiviskveli/photos/a.138059779864533 9.1073741841.474956305876164/1380683745303411/?type=3&theater

19. http://bulvar.ge/?type=pages&cat=9&id=4795

20. https://www.facebook.com/cheesehouse/photos/a.3110177690545 24.1073741831.300285746794393/351023695053931/?type=3&theater

21. Personal photo collection

THE USING OF PRODUCTS OF PROCESSING HONEYSUCKLE IN THE TECHNOLOGY OF FONDANT-CREAM SWEETS

Author – Denysenko I.
Supervisor – Kokhan O.
National University of Food Technologies

A priority area for the confectionery industry is the creation of a new range of sugar confectionery products, including fondant and fondant-cream candies enriched with polyfunctional complexes: bioflavanoids, vitamins, macro and micronutrients, and food fibers. Promising raw materials are wild and cultivated berries, which include honeysuckle. The aim of work is to establish the possibility of using products of processing honeysuckle cultivated in Ukraine, in the production of fondant and cream candies with high nutritional value.

We investigated samples of honeysuckle fruit varieties "Duet", which we received at the National Botanic Garden of N.N. Grishko, in department of new crops of fruit plants. The material for the experiments was puree and jam from honeysuckle and fondant-cream candy masses. To study the quality of semi-finished and finished products we used conventional organoleptic and physico-chemical methods.

It was established the possibility of using the products of processing fruits honeysuckle in the production of unglazed fondant sweets, which gives to finished product the best organoleptic properties, compared to the control sample. Due to the color of puree and jam, the products have more attractive shade without the addition of synthetic dyes and flavors. It also improves the nutritional value of products, reduces its caloric content, cost and extends the shelf life.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ ЖИМОЛОСТІ В ТЕХНОЛОГІЇ ПОМАДНО-КРЕМОВИХ ЦУКЕРОК

Автор – Денисенко І. С.
Керівник – Кохан О. О.
Національний університет харчових технологій

Вступ

Основними напрямами розвитку кондитерської галузі є: технічне переоснащення підприємств з використанням нового сучасного обладнання; створення та впровадження прогресивних технологій для удосконалення асортименту кондитерських виробів з урахуванням ринкового попиту; створення кондитерських виробів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю; використання нових сировинних компонентів, що дають змогу суттєво змінювати структуру напівфабрикатів та готових виробів, поліпшити органолептичні показники, зменшити їх калорійність, подовжити термін зберігання. Однією з груп кондитерських виробів, що користуються попитом у споживачів, є помадно-кремові цукерки. Цукерки належать до числа улюблених виробів харчового раціону дітей і підлітків, проте велика частина їх відрізняється низьким вмістом вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, дефіцит яких в харчуванні дітей є серйозною проблемою в нашій країні. Аналіз хімічного складу сировини для кондитерського виробництва показує доцільність введення до рецептур фруктової та ягідної сировини, яка містить значну кількість вітамінів, мінеральних елементів, пектинові речовини, харчові волокна, органічні кислоти.

У зв'язку з цим, все більша увага приділяється науковим дослідженням та розробленню способів переробки рослинної сировини з підвищеним вмістом біологічно активних речовин. Перспективною сировиною є дикорослі та культивовані ягоди, до яких відноситься жимолость. Жимолость відносять до лікарських рослин. Лікувальні властивості жимолості давно відомі і з успіхом використовуються в народній медицині.

Для створення нової технології помадно-кремових цукеркових мас доцільно застосування напівфабрикати з жимолості, зокрема пюре та підвари, завдяки підвищеному вмісту біологічно-активних речовин: вітамінів групи, поліфенольних з'єднань, пектинових речовин, клітковини, макро і мікроелементів, природних органічних кислот.

Сучасним способом формування корпусів помадно-кремових цукерок є екструзія за умови максимального збереження структури цукеркових мас. Тому використання додаткових структуроутворювачів, зокрема гуміарабіку, у поєднанні з продуктами переробки ягідної сировини має сприяти створенню цукеркових мас з підвищеною агрегативною стійкістю з урахуванням умов їх механізованого формування екструзією.

Метою науково-дослідної роботи було дослідження впливу рецептурних компонентів та технологічних режимів приготування на фізико-хімічні та структурно-механічні властивості помадно-кремових цукеркових мас з додаванням пюре жимолості для створення нового асортименту цукерок, з підвищеною харчовою цінністю, оригінальними смаковими властивостями, подовженим терміном зберігання.

Огляд літератури

1.1 Шляхи підвищення харчової цінності цукерок

Харчування є найважливішою фізіологічною потребою організму і має особливе значення для здоров'я людини. У зв'язку з цим, останнім часом, все більше уваги почали приділяти розробці і випуску виробів оздоровчого призначення, до складу яких вводяться фізіологічно-функціональні компоненти. До функціональних інгредієнтів належать харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти природного походження, пребіотики, пробіотики [1,2,3].

Працями провідних вчених ОНАХТ [4,5] доведено доцільність використання функціональних рослинних добавок на основі злакових, зернобобових (соєві продукти) та олійномісних культур (насіння льону), амаранту, топінамбуру (пюре) при виробництві збивних цукеркових мас з підвищеною харчовою цінністю.

Вченими ХДУХТ запропоновано до рецептурного складу пастильної групи вводити порошкоподібний напівфабрикат з топінамбуру, що дозволить вживати такі вироби хворим на цукровий діабет. Також цікавими є розробки з використанням інстант-продуктів з фруктів і овочів. Дослідники вважають перспективним інстант-продукт порошку з гарбуза, який сприяє отриманню об'ємної тонкостінної пористої структури і підвищує харчову та біологічну цінність збивних цукерок [6,7].

В роботах Коркач А. В. запропоновано створення функціональних кондитерських виробів із синбіотичним комплексом. Показано перспективи застосування іммобілізованих форм біфідобактерій і лактулози та їх вплив на структурно-механічні властивості мас [6,7].

У НУХТе проведені дослідження по встановленню можливості продовження термінів зберігання помадних неглазурованих цукерок. Було встановлено раціональне дозування високодисперсного ягідного

порошку в кількості 2,0 % к масі цукру при виготовленні помадних цукерок [16].

Дослідники Кемеровського ТІХП обґрунтували можливість використання при виробництві піноподібних виробів підвару з плодово-ягідної та овочевої сировини. Вченими встановлено, що використання у збивних масах пюре з обліпихи, буряка, журавлини, яблук, ірги, брусниці, чорноплідної горобини підвищує їх харчову цінність, покращує органолептичні та мікробіологічні показники [17].

В якості структуроутворювачів помадно-кремової маси використовується овочева морквяна паста та овочево-фруктово-ягідні пектиновмісні пасти [15].

В УкрНІІпродмаш був розроблений спосіб виробництва помадно-кремових цукерок «Біла корона». «Астрая» на основі дрібнодисперсної цукрової пудри, формованих методом ко-екструзії. Розроблено та освоєно технологію помадних сортів цукерок «Золота сопілка» та «Чарівні барви», рецептурний склад яких включає смородинову та яблучну пасти, морквяний, яблучний порошки[14,15].

З рослинної сировини, що володіє багатим складом цінних харчових і БАР, з упевненістю можна виділити виноград. Існує думка, що у винограді міститься майже весь вітамінний комплекс, необхідний людському організму, який багато в чому визначає його фізіологічну цінність. З числа водорозчинних вітамінів у винограді містяться вітаміни групи В, вітамін Р, вітамін С. Також у винограді знайдені каротиноїди, що є провітаміном вітаміну А (жиророзчинний вітамін) [12].

Фенольні речовини винограду також є цікавими для кондитерської промисловості як барвні речовини. Колір виноградної шкірочки обумовлений фенольними сполуками винограду, а саме антоціанами. Характерною особливістю природних поліфенолів, а саме антоціанів, є зміна їх забарвлення залежно від активної кислотності середовища, температури, хімічної будови, реакційної спроможності та інших факторів. Тобто, колір цукеркових мас можна змінювати залежно від технологічних параметрів без застосування синтетичних барвників.

Це питання актуальне, тому що останнім часом спостерігається збільшення інтересу та попиту на натуральні барвники, що пов’язано як із суворою регламентацією використання синтетичних барвників, так і прагненням виробників надавати продуктам харчування статус натуральних. Тому, антоціанові барвники винограду, безсумнівно, заслуговують уваги фахівців. Крім кольору, антоціани мають великий спектр біологічної активності для організму людини, серед якого

особливо виділяється здатність збільшувати еластичність кровоносних судин, покращувати гостроту зору, покращують постачання крові до мозку та кінцівок, сприятливо впливають на кровотворну функцію кісткового мозку.

Каліновською Т.В. запропоновано використовувати дрібнодисперсний порошок з вичавок винограду як додатковий структуроутворювач помадно-кремової цукеркової маси. Доведено, що він має підвищену вологоутримуючу здатність завдяки вмісту клітковини та пектинових речовин. Внесення порошку при приготуванні цукеркової маси сприяло зв'язуванню вільної вологи дисперсійного середовища та поліпшувало структурні властивості цукеркової маси. Порошок з вичавок винограду є джерелом харчових волокон, поліфенолів, мінеральних речовин, вітамінів, що створює передумови підвищення харчової цінності цукерок; має антиокислювальні властивості, дана обставина дозволяє продовжити термін зберігання жировмісних цукерок [9,10]. Визначена можливість використання продуктів переробки винограду при виробництві помадно-кремових цукерок з метою підвищення їх харчової цінності, поліпшення структури, подовження терміну зберігання [11,12,13].

Таким чином, аналіз хімічного складу сировини для кондитерського виробництва показує доцільність введення до рецептур цукерок ягідної сировини, що містить значну кількість БАР.

1.2 Плоди жимолості як джерело біологічно-активних компонентів

Більшість рослин мають не тільки корисні, але й цілющі властивості, які відомі ще з давніх часів. Одним з таких рослин є жимолость, яка спочатку вважалася декоративною рослиною і використовувалася тільки для прикраси садів. Однак, після того, як були розкриті її цілющі властивості, жимолость стала однією з провідних ягід, які застосовуються в народній медицині.



Рис. 1.1. Плоди жимолості

Жимолость – це гіллястий чагарник, висота якого може доходити до двох метрів. Жимолость росте в змішаних і листяних лісах, в горах зустрічається на рідколіссі, по ущелинах в заростях чагарників, доходячи до субальпійського поясу. Дозріває

жимолость дуже рано, на самому початку літа. Соковиті ягодоподібні плоди від ніжно-блакитного до густо-синього кольору розташовані впритул один до одного, а нерідко попарно зростаються. Плоди цієї рослини мають витягнуту еліптичну форму, зовні віддалено нагадують чорницю, але мають однорідну структуру і щільну шкірку, вкриту сизим нальотом. Ягоди можуть відрізнятися як за смаком, так і за складом, в залежності від того, де вони були вирощені. Існує близько 200 різновидів жимолості, з яких лише кілька вважаються їстівними. Основні з них ростуть на Камчатці, також у Східній Сибіру та Азії, яка вважається батьківщиною цієї рослини. Ягоди їстівних сортів жимолості за смаком схожі з лохиною, але мають і свої особливості [18,19,21,29].

Жимолость досить невибаглива рослина, не вимагає особливого догляду, тому вона досить швидко стала культивованою рослиною і з'явилася на садово-городніх ділянках. Вперше в культуру жимолость була введена в Сибіру, у Нерчинську, в 1884 р. Т.Д. Мауріту, яка виділила добірні великоплідні форми. З тридцятих років по теперішній час успіхів в селекції цієї рослини досягли в Ленінградській області (Павлівська дослідна станція ВІР), Сибіру (Науково-дослідний інститут садівництва Сибіру імені М.А. Лісавенко), у Владивостоці (Далекосхідна дослідна станція ВІР) та інших регіонах [26,27].

При вивченні хімічного складу ягід вченими був виявлений різноманітний набір фізіологічно активних речовин, що сприятливо впливають на організм людини. Жимолость, як і більшість цілющих ягід, багата вітамінами і мінеральними речовинами, але хімічний склад коливається та залежить від кліматичних умов, виду і форми культур і інших чинників.

Біохімічний склад плодів жимолості був вивчений багатьма науковцями. Але у літературних джерелах в основному приводяться дані стосовно хімічного складу ягід жимолості, яка росте на території Росії [30,32,33]. З літературного огляду відомо, що плоди жимолості мають комплекс біологічно-активних речовин (табл. 1.1).

Плоди цієї рослини багаті органічними кислотами, основними з них вважають щавлеву, бурштинову, яблучну і лимонну. Крім того, ягоди жимолості містять галактозу, фруктозу і глюкозу. Кількість кислот і цукрів змінюється в залежності від ступеню зрілості плодів [25,31].

Таблиця 1.1. – Вміст вітамінів, макро та мікроелементів у плодах жимолості

Складова	Кількість	Норма**	% від норми в 100 г	% от норми в 100 ккал	100% норми
Вітаміни					
Вітамін А, РЕ	50 мкг	900 мкг	5.6%	13.2%	893 г
Бета каротин	0.3 мг	5 мг	6%	14.1%	5 г
Вітамін B_1, тіамін	0.018 мг	1.5 мг	1.2%	2.8%	2 г
Вітамін B_2, рибофлавін	0.018 мг	1.8 мг	1%	2.4%	2 г
Вітамін С, аскорбінова кислота	30 мг	90 мг	33.3%	78.4%	90 г
Макроелементи					
Калій, K	70 мг	2500 мг	2.8%	6.6%	2500 г
Кальцій, Ca	19 мг	1000 мг	1.9%	4.5%	1000 г
Кремній, Si	10 мг	30 мг	33.3%	78.4%	30 г
Магній, Mg	21 мг	400 мг	5.3%	12.5%	396 г
Натрій, Na	35 мг	1300 мг	2.7%	6.4%	1296 г
Фосфор, Ph	35 мг	800 мг	4.4%	10.4%	795 г
Мікроелементи					
Залізо, Fe	0.8 мг	18 мг	4.4%	10.4%	18 г
Йод, I	1 мкг	150 мкг	0.7%	1.6%	143 г
Марганець, Mn	0.09 мг	2 мг	4.5%	10.6%	2 г
Мідь, Cu	90 мкг	1000 мкг	9%	21.2%	1000 г

Лікувальні властивості жимолості давно відомі і з успіхом використовуються в народній медицині. Фізіологічно-активні компоненти плодів жимолості сприяють: зміцненню імунної системи, підвищенню еластичності судин, нормалізації роботи серцево-судинної системи, виведенню з організму шлаків, токсичних речовин, солей важких металів, зниження артеріального тиску, нормалізації функціонування шлунково-кишкового тракту; допомагають позбавитися від ожиріння, заповнити нестачу вітамінів і мінеральних речовин [24,31].

Плоди жимолості використовують як цінний харчовий продукт. З них готують соки, варення, желе та інші продукти. Сік ягід жимолості має красиве темно-рубінове забарвлення, тому його часто використо-

вують для підфарбовування напоїв та інших харчових продуктів. Порошок і сік з плодів жимолості використовують як барвник при виробництві продуктів харчування: напоїв, кремів, кондитерських виробів. Вичавки при виробництві соку використовують для виготовлення настоїв при виробництві безалкогольних напоїв. Ягоди жимолості можна також заморожувати, при цьому вони не втрачають своїх корисних властивостей [33].

Таким чином, проведений аналіз літературних джерел показав, що плоди жимолості є цінною сировиною, що містить багато біологічно активних речовин. Вони успішно застосовуються як засіб народної медицини і широко використовуються в харчовій промисловості.

Висновки

Перспективним напрямком для кондитерської промисловості є створення нового асортименту цукерок, з підвищеною харчовою цінністю, оригінальними смаковими властивостями, подовженим терміном зберігання.

При удосконаленні технології помадно-кремових цукерок є доцільність введення до рецептур ягідної сировини, яка містить значну кількість біологічно-активних речовин. Перспективною сировиною є дикорослі ягоди, до яких відноситься жимолость. Для створення помадно-кремових цукеркових мас доцільно застосування напівфабрикати з жимолості завдяки підвищеному вмісту біологічно-активних речовин: вітамінів групи, поліфенольних з'єднань, пектинових речовин, клітковини, макро і мікроелементів, природних органічних кислот.

Об'єкти та методи досліджень

2.1. Об'єкти досліджень

При проведенні лабораторних досліджень використовували наступну сировину:

Цукор білий згідно з ДСТУ 4623:2006;

Патоку крохмальну згідно з ДСТУ

Молочний жир згідно з ДСТУ 4335:2004;

Плоди жимолості;

Гуміарабік згідно висновку виданого Державною санітарно-епідеміологічною службою Міністерства охорони здоров'я України та сертифікату відповідності.

Експериментальна робота виконана в лабораторних умовах на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів, кафедрі харчової хімії Національного університету харчових технологій.

Зразки плодів жимолості були отримані у Національному ботанічному саду ім. Н.Н.Гришко, відділу нових культур плодових рослин.

Матеріалом для дослідів були пюре та підвар з плодів жимолості та помадно-кремові цукеркові маси.

2.2. Методи експериментальних досліджень

Хімічний склад пюре та підвару з жимолості аналізували загальноприйнятими методиками: масову частку сухих речовин – рефрактометричним методом; масову частку редукуючих речовин – йодометричним методом [36], активну кислотність – потенціометричним pH методом, кількість водорозчинного пектину – спиртоосаджувальним методом, вміст вітаміну С – титрометричним методом [37,38].

Визначення органолептичних та фізико-хімічних показників цукерок здійснювалося за показниками, що регламентуються ДСТУ 4135:2014[40].

Масову частку вологи в напівфабрикатах та готових виробах визначали рефрактометричним методом та прискореним висушуванням згідно ДСТУ 3924–2008. Визначення масової частки редукуючих речовин в готовій продукції здійснювалось у відповідності ГОСТ 5903-89. Використовувався ферраціанідний метод [36].

Визначення міцності структури корпусів готових виробів проводили на Структурометрі СТ-1 [39].

Визначення показників якості готових виробів проводили за комплексним та диференціальними показниками якості з урахуванням коефіцієнтів їх вагомості. Оцінку органолептичних показників проводили за методом експертної оцінки.

Експерементальна частина
Дослідження продуктів переробки плодів жимолості та їх раціональне використання при виробництві помадно-кремових цукерок

Аналіз сучасних тенденцій щодо вдосконалення технологій цукерок показав доцільність створення нового асортименту помадно-кремових цукерок у зв’язку зі зростанням їх популярності на споживчому ринку. Одним з пріоритетних напрямків є розроблення інноваційних технологій цукерок із застосуванням продуктів переробки плодів жимолості, завдяки підвищеному вмісту в нихвітамінів, полі-

фенольних з'єднань, пектинових речовин, клітковини, макро і мікроелементів, природних органічних кислот.

3.1 Дослідження хімічного складу пюре плодів жимолості

З наукової та практичної точки зору викликало інтерес вивчення хімічного складу ягід жимолості, яка культивована в Україні. Зразки плодів жимолості були отримані у Національному ботанічному саду ім. Н.Н.Гришко, відділу нових культур плодових рослин.

При приготуванні помадно-кремових цукеркових мас доцільно використовувати напівфабрикати з плодів жимолості, зокрема пюре та підвар.

Нами була розроблена технологія виготовлення пюре з плодів жимолості шляхом бланшування ягід гострою парою протягом 2 – 3 хвилин, їх протирання та деаерації. Бланшування знижувало мікробне обсіменіння, сприяло руйнуванню оболонки, яка перешкоджає проникненню пари в ягоду. Бланшовані плоди протирали і направляли на деаерацію. Процес деаерації проводять під вакуумом для видалення залишку вологи та повітря з метою попередження окиснення біологічно-активних речовин і збереження кольору пюре. Приготування пюре супроводжується дією високої температури при бланшуванні ягід, що призводить до часткового руйнування біологічно-активних сполук. Тому проводили дослідження хімічного складу пюре з жимолості, результати яких наведені у табл. 3.1.

Було встановлено, що найбільшому руйнуванню піддався вітамін С, у ягодах жимолості кількість його становила 30 мг %, у пюре плодів жимолості залишилося 16 мг %.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад пюре плодів жимолості

Показник	Кількість
Масова частка сухих речовин, %	14±0,5
Активна кислотність, pH	4,2±0,1
Вміст органічних кислот, %	2,6±0,5
Вміст пектинових речовин, г/100 г	0,8 ±0,1
- водорозчинний пектин, г/100 г	0,2 ±0,1
- протопектин, г/100 г	0,6 ±0,1
Вміст клітковини, %	4,5±0,1
Вітамін С, мг %	16±0,1

Плоди жимолості володіють драглеутворюючою здатністю, завдяки вмісту пектинових речовин. Досліджено, що вміст пектинових

речовин у пюре з плодів жимолості становив 0,8 ±0,1 г/100 г, з них протопектину – 0,6 ±0,1 г/100 г, водорозчинного пектину, 0,2 ±0,1г/100 г. Вірогідно, у процесі термічної обробки під дією органічних кислот відбувався частковий гідроліз протопектину рослинних тканин, внаслідок цього процесу збільшувалася кількість водорозчинного пектину. Підвищена кількість пектину у пюре має позитивно впливати на процес зв'язування вологи у помадних масах.

Вміст клітковини становив 4,5 %, визначено, що у пюре з плодів жимолості міститься 4,6 % цукрів, з них 2,5 % редукуючих (глюкози і фруктози). Вміст органічних кислот становив 2,6 %.

3.2 Дослідження впливу технологічних факторів на показники якості помадно-кремової цукеркової маси з додаванням пюре та підвару плодів жимолості

З метою встановлення раціональних технологічних параметрів приготування помадно-кремової цукеркової маси з додаванням пюре плодів жимолості внесення пюре проводили на різних технологічних стадіях:

- на стадії приготування рецептурної суміші;
- на стадії темперування цукеркової маси на основі цукрової помади;

У ході дослідження було виявлено, що при додаванні до рецептури цукеркових мас на стадії їх темперування пюре з масовою часткою сухих речовин близько 14 % збільшувалася масова частка вологи цукеркової помадної маси, що гальмувало процес структуроутворення корпусів цукерок за рахунок часткового розчинення кристалів сахарози твердої фази помади. Раціональним виявився спосіб внесення пюре на стадії приготування рецептурної суміші, що дозволило частково зменшити кількість води для приготування помадного сиропу. Але внесення пюре плодів жимолості при виробництві помадних цукерок є обмеженим за рахунок того, що гідроколоїди пюре збільшують в'язкість помадного сиропу, що ускладнює процес отримання з нього напівфабрикату, що має дрібнокристалічну структуру. Збільшена в'язкість помадного сиропу гальмує процес кристалізації сахарози з розчину і отримання помадної маси кристалічної структури ускладнюється або зовсім унеможливлюється. Крім того, наявність органічних кислот в пюре призводить до часткового кислотного гідролізу сахарози під час уварювання помадного сиропу, що спричиняє наростання редукуючих речовин в сиропі, а це також негативно впливає на процес кристалізації сахарози і утворення напівфабрикату помади.

Тому було запропоновано при приготуванні помадного сиропу не застосовувати антикристалізатор – крохмальну патоку, а внесення пюре здійснювати не на стадії приготування рецептурної суміші, а вносити на стадії уварювання до цукрового сиропу. Пюре жимолості вносили при уварюванні сиропу при температурі сиропу 85 °С.

Таблиця 3.3 – Технологічні параметри приготування помадної маси з додаванням пюре жимолості

Відсоток дозування пюре до маси цукру, %	Температура уварювання помадного сиропу, °С	Вміст сухих речовин в помадній масі,%
Контроль	118	94
5	119	93
10	118	91
15	117	88
20	118	88

Встановлено, що при цьому способі внесення пюре спостерігалося те, що при внесенні 15% пюре тривалість збивання подовжується і структуроутворення корпусів проходить довше, при внесенні 20% пюре – маса не збивається і не відбувається кристалізація сахарози, тобто утворення помади.

Було проведено багаторазове варіння цукеркової маси за для вибору оптимальної рецептури, при якій буде максимально забезпечуватись вміст поживних речовин в готовому виробі, щоб метод внесення ягід був оптимальний на виробництві, забезпечував всі нюанси процесу, це сезонність ягоди, тривалість її зберігання, і зберігання поживних речовин у ягодах і пюре при зберіганні. А тому було вирішено, що зважаючи на неможливість зберігання пюре з плодів жимолості без застосування консервантів протягом всього післязбирального періоду, застосовувати плоди жимолості у технології цукерок у вигляді підвару, виготовленого на основі пюре.

Необхідно було підібрати раціональне співвідношення компонентів та технологічних режимів при приготуванні підвару. Шляхом експериментальних досліджень було підібране раціональне співвідношення цукру і пюре при приготуванні підвару, що становить 50:50, масова частка сухих речовин підвару становить 69%.

Завданням проведених досліджень було якомога більше внести напівфабрикатів з плодів жимолості до рецептури помадних цукерок з

метою зниження їх цукромісткості і калорійності. Але заміна пюре на підвар значно зменшує вміст біологічно-активних речовин плодів жимолості. Тому, постало завдання якомога більше внести жимолості у вигляді підвару в рецептуру цукерок. Внесення підвару планувалося вносити у дві стадії:

- на стадії приготування помадного сиропу;
- на стадії темперування.

Експериментально було доведено, що максимальний відсоток внесення підвару на стадії приготування помадного сиропу становить 20% з відповідним перерахунком цукру, що вноситься разом з підваром (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Технологічні параметри приготування помадної маси з додаванням підвару жимолості

Відсоток дозування підвару жимолості	Тривалість збивання, хв.	Сухі речовини сиропу, %	Температура при якій починається кристалізація	Час застигання, хв.
Контроль	1.5	91.5	83.0	8
10	1.5	88.5	80.0	11
15	1.15	88.0	75.0	12
20	1.20	79.0	72.0	25
25	3.33	77.0	Маса не застигла	Маса не застигла

Було встановлене раціональне дозування підвару плодів жимолості в кількості 20 % до рецептурної кількості цукру білого кристалічного. При такому дозуванні отримується високодисперсна помадна маса приємного кольору з тонким запахом і смаком жимолості, менш солодка на смак в порівнянні з класичною цукровою помадною масою (таблиця 3.5).

З метою збільшення кількості біологічно-активних речовин в рецептурі помадних цукерок запропоновано вносити підвар додатково на стадії темперування помадно-фруктової маси. При цьому максимально зберігаються всі поживні речовини ягід жимолості.

Внесення підвару з плодів жимолості на стадії темперування дещо збільшує масову частку вологи цукеркової маси, що призводить до збільшення тривалості структуроутворення цукерок. Необхідно

НТБОНАХТ

було встановити раціональне дозування підвару з плодів жимолості та підібрати раціональний спосіб формування цукерок.

Таблиця 3.5 – Вплив підвару плодів жимолості на органолептичні показники та можливість отримання помадної маси

Кількість підвару плодів жимолості	Органолептична оцінка в балах	Характеристика		
		Смак, міра солодкості	Колір	Консистенція маси після збивання
Цукрова помада (контроль)	4,2	Стандарт. Дуже солодка.	Білий	Дрібнокристалічна
10% підвару плодів жимолості	4,5	Більш цікавий смак.	Білий з легким відтінком рожевого	Дрібнокристалічна
15% підвару плодів жимолості	5,0	Солодкість в міру. Приємний смак жимолості.	Ніжний фіолетовий колір	Дрібнокристалічна
20% підвару плодів жимолості	5,0	Солодкість в міру. Приємний смак жимолості.	Фіолетовий колір	Дрібнокристалічна
25% підвару плодів жимолості	3,5	Кислий смак.	Насичений темно-фіолетовий колір	Аморфна структура маси

Внесення до рецептури цукерок продуктів переробки плодів жимолості, багатих на вологоутримуючі речовини (харчові волокна), збільшує в'язкість цукеркової помадної маси, що призводить до необхідності збільшення температури на стадії темперування на 10-15 ^{0}С в порівнянні з контрольним зразком цукрової помади. Це призводить до розчинення частини кристалів твердої фази помади з наступним їх викристалізовуванням під час стадії структуроутворення корпусів, тобто спостерігається явище рекристалізації помадної маси, що призводить до зміцнення консистенції відформованих корпусів, за

НТБ ОНАХТ

рахунок збільшення частки твердої фази помади та появи скупчень кристалів («зайців»), консистенція помади стає грубодисперсною.

Отже традиційний спосіб формування корпусів цукерок методом відливання виявився не раціональним, зважаючи на цей факт, пропонується для помадної маси з використанням підвару жимолості використовувати сучасний спосіб формування – екструзією. Екструзія має ряд переваг: можливість проведення процесу формування у безперервному режимі, отримання різних за формою і розмірами цукерок, зменшення відходів; можливість формування при температурі цукеркової маси 24-30^{0}С, що дозволяє скоротити робочий цикл; гігієнічність; стабільність розмірів виробів; підвищення техніко-економічних показників виробництва. Універсальність екструзії полягає в тому, що вона найбільш ефективна у формуванні цукеркової маси.

Формування екструзією не потребує високих температур на стадії темперування цукеркової маси, але для отримання якісного цукеркового джгута важливий показник граничної напруги зсуву цукеркової маси має бути в межах 2,2 -2,6 кПа, адгезійна міцність – 1,2 – 1,4 кПа. Зменшення граничної напруги зсуву призводить до погіршення структуроутворення джгутів, а збільшення – утруднює формування, на поверхні джгутів з'являються тріщини.

Встановлено, що при температурах 20-30°С цукерковий джгут ускладнено формувався, мав різні значення діаметру по товщині джгута та тріщини на поверхні; в свою чергу при збільшенні температури цукеркової маси вище 35°С спостерігалася деформація відформованого джгута, пов’язана зі зниженням його формостійкості.

Було прийняте рішення стабілізувати консистенцію цукеркової маси з додаванням підвару за рахунок використання гідроколоїду – гуміарабіку (ГА). Гуміарабік у виробництві продуктів харчування відіграє роль стабілізатора і регулятора структури. З метою встановлення раціонального дозування підвару в суміші з гуміарабіком були проведені дослідження по впливу комбінації підвару жимолості та гуміарабіку на структурно-механічні властивості зразків цукеркової помадно-фруктової маси. Результати проведених досліджень і раціональне дозування підвару та гуміарабіку неведені в таблиці 3.6.

Проведені експериментальні дослідження показали, що для покращення пластичності цукеркової помадної маси, в рецептуру виробів з продуктами переробки жимолості на стадії темперування доцільно вводити жировий інгредієнт в кількості 10-12 % до цукеркової маси. В якості жирового інгредієнту застосовували безводний молочний

жир. А наявність в плодах жимолості речовин з антиоксидантними властивостями буде гальмувати його окиснення.

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники якості цукерок

Назва показника	Контроль	25% підвару	25% підвару і 2% ГА
Колір	Властивий виробу. Насиченого білого кольору, без вкраплень	Приємний фіолетовий	Приємний фіолетовий
Смак і запах	Смак солодкий, відчувається кислинка від внесеної кислоти. Запах не виразний. Без сторонніх запахів	Смак солодкий, кислинка приємно відчувається. Аромат виразний.	Смак солодкий, кислинка приємно відчувається. Аромат виразний.
Форма	Рівна, відповідає формі відливу	Корпуси цукерок втрачають форму після формування	Корпуси цукерок зберігають форму після формування
Консистенція	Дрібнокристалічна, без вкраплень	Дрібнокристалічна, без вкраплень	Дрібнокристалічна, без вкраплень

Особливістю відформованих джгутів цукеркових мас на основі помадної маси є те, що вони не потребують охолодження перед технологічною операцією нарізання джгута на окремі корпуси, їм достатньо лише 5 – 10 хв. вистоювання для відновлення структури маси після формування. Це знижує енерговитрати виробництва, а отже й собівартість продукції.

Після формування екструзією помадних цукерок була проведена оцінка їх якості за органолептичними та фізико-хімічним показниками відповідно до вимог ДСТУ 4135:2014 [44]. Органолептичні показники досліджуваних зразків помадних корпусів відповідали вимогам стандарту.

НТБОНАХТ

Масова частка вологи у зразках цукерок становила 14,0 %, масова частка редукуючих речовин – 7,5%, що відповідає нормативним документам.

Плоди жимолості є джерелом вологоутримуючих речовин (пектинові речовини, геміцелюлоза), які гальмують явище десорбції помадних цукерок під час зберігання виробів. Під час зберігання непакованими зразки цукерок незначною мірою втрачали вологу та після одного місяця зберігання залишалися з достатньо високими органолептичними показниками, зберігалася дрібнокристалічна структура, тоді як в контрольному зразку цукрової помади значно погіршувалася консистенція виробів, за рахунок їх швидкого черствіння. Тому, можна прогнозувати, що використання продуктів переробки жимолості буде мати позитивний вплив на подовження термінів зберігання неглазурованих помадно-кремових цукерок, а отже зробить їх більш конкурентоздатними та популярними.

Загальні висновки

Була встановлена можливість використання продуктів переробки плодів жимолості при виробництві неглазурованих помадних цукерок, що надає готовим виробам кращих органолептичних властивостей, порівняно з контрольним зразком. За рахунок кольору пюре та підвару, вироби мають більш привабливий відтінок без внесення синтетичних барвників та ароматизаторів. Також покращується харчова цінність виробів, зменшується їх калорійність.

Встановлено, що раціонально використовувати підвар з ягід жимолості. Вносити досліджуваний підвар доцільно на стадії приготування помадного сиропу і на стадії темперування цукеркової маси та формувати вироби з додаванням підвару способом екструзії.

Визначено раціональне дозування підвару з плодів жимолості в рецептурі цукерок, що складає 35 % до маси цукру та позитивно впливає на подовження терміну їх зберігання.

Використання підвару з ягід жимолості при виробництві цукрової помади, дозволяє отримувати високодисперсну помадну масу, що довго не висихає під час зберігання. За рахунок наявності значної кількості вологозв'язуючих речовин в підварі можливо виготовляти помаду з більшою часткою вологи ніж традиційна, що дозволить отримувати помаду зниженої собівартості та калорійності.

Продукти переробки плодів жимолості є джерелом органічних кислот, флавоноїдів, антоціанів, а отже при їх застосуванні це виклю-

чає використання синтетичних барвників та ароматизаторів, а також дозволяє відмовитися від додаткового внесення в рецептури виробів лимонної кислоти. Це дозволить зменшити собівартість цукерок з підваром жимолості зі збереженням високих органолептичних показників якості виробів.

Зразки цукерок отримали диплом «Тріумф інновацій» професійного дегустаційного конкурсу «Солодкий тріумф-2017».

Список використаної літератури

1. Дорохин, А. Ф. Функциональное питание. / А. Ф. Дорохин, Б. В. Шендеров. – М.: Грань, 2002. – 294 с.

2. Воробьева, И. С. Обогащать кондитерские изделия витаминами и минеральными веществами / И. С. Воробьева, Л. Н. Шатнюк, А. В. Юдина, Т. В. Савенкова // Кондитерское производство. – 2004. – № 2. – С. 10-12.

3. Пашенко, Л. П. Биологически активные добавки в питании человека / Л. П. Пашенко, И. М. Жаркова, А. С. Прохорова, С. Л. Люблинский, С. И. Черняев // Пищевая промышленность. – 2002. № 8. – С. 72.

4. Капрельянц, Л. В. Функціональні продукти: монографія. / Л. В. Капрельянц, К. Г.Іоргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.

5. Иоргачева, Е. Г. Функциональные пищевые добавки из инулинсодержащегося растительного сырья в составе кондитерских изделий / Е. Г. Иоргачева, Л. В.Капрельянц, С. И. Банова // Кондитерское производство. – №4. – 2002. – С. 51-53.

6. Коркач, А. В. Структурно-механические свойства помадных конфет с синбиотической добавкой / А. В. Коркач, А. В. Егорова, В. Г. Муратов, И. О. Киртока // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – №42. – С. 197-202.

7. Коркач, А. В. Обоснование метода иммобилизации микроорганизмов и их применение в технологии кондитерских изделий / А. В. Коркач, Г. В. Крусир, А. В. Егорова // Харчова наука і технологія. – 2013. – №1. – С. 35

8. Разуваев, Н. И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия. / Разуваев Н. И. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 167 с.

9. Використання вторинних продуктів переробки винограду під час розробки інноваційних технологій кондитерських виробів / Т. В. Каліновська, І. О. Крапивницька, В. І. Оболкіна, С. Г. Кияниця //

Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. Донец. нац. Ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2013. – № 30. – С. 75-80.

10. Оболкіна, В. І. Підвищення харчової цінності цукерок додаванням виноградних вичавок / В. І. Оболкіна, Т. В. Каліновська, І. О. Крапівницька // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – № 3 – С. 23-27.

11. Калиновская, Т. В. Технологическая оценка вторичных продуктов виноделия и перспективы их использования для создания кондитерских изделий нового ассортимента / Т. В. Калиновская, В. И. Оболкина, И. А Крапивницкая, С. Г. Кияница // Кондитерская промышленность, Москва. – 2014. – № 4 . – С. 2-4.

12. Каліновська, Т. Використання вторинних сировинних ресурсів виноробства при виробництві кондитерських виробів / Т. Каліновська, В. Оболкіна, С. Кияниця // Ukrainian Food Journal. – 2013. – Volume 2. Issue 1. – С. 14-18.

13. Оболкина, В. И., Перспективы использования продуктов переработки винограда при производстве кондитерских изделий / В. И. Оболкина, Т. В. Калиновская, И. А. Крапивницкая, С. Г. Кияница, Л. С. Букшина // Продукты & ингридиенты. – 2013. – №3 (100). – С. 30-31.

14. Яницький, В. Рослинні добавки в кондитерських виробах / Яницький В., Оболкіна В., Крапивницька І., Дзис А. // Харчова і переробна промисловість. – 1999. -№9. – С.14.

15. Оболкіна, В. І. Перспективи використання овочевих пектиновмісних паст у виробництві кондитерських виробів / Оболкіна В. І., Крапивницька І. О., Кияниця С. Г., Залевська Н. О., Вайсеро О. О. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. № 6 (55).- 2009.-С.48-50.

16. Дорохович, А. М. Використання ягідного порошку в технології відливних цукерок / А. М. Дорохович, О. О. Гавва // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. - №06 (55). - С. 42 – 44.

17. Базарнова Ю. Г. Дикорастущие ягоды в кондитерском производстве / Ю.Г. Базарнова // Кондитерское производство. – 2007. – № 4. – С. 16-18.

18. Петрова, В. П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений./ В. П. Петрова.- Киев: Высш. шк., 1986. – 287 с.

19. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. - М.:Агропромиздат, 1985. – 255 с.

20. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / У. Шобингер. – М.: Профессия, 2004. – 640 с.

21. Сарычева. З. А. Дикорастущие лекарственные и пищевые растения Украины / З. А. Сарычева. - Киев.: Фитон, 2005. – 147 с.

22. Формазюк, В. И. Энциклопедия пищевых лекарственных растений: Культурные и дикорастущие растения в практической медицине / Под. ред. Н.П. Максютиной. – К.: Издательство А.С.К., 2003. – 792 с. – Библиогр.

23. Середа, П. И. Лекарственное растительное сырье и фитосредства: учеб. Пособие / П. И. Середа, Н. П. Максютина, Е. Н. Струменская. – К.: ВСИ «Медицина», 2010. – 272 с.

24. Белосохов, Ф. Г. Некоторые биохимические и технологические показатели сортов жимолости в Тамбовской области / Ф. Г. Белосохов // Состояние и перспективы развития ягодоводства в СССР. ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1990. – С. 72-75.

25. Бочарова, Т. Е. Оценка сортов жимолости из Подмосковья по химическому составу / Т. Е. Бочарова // Развитие наследия И. В. Мичурина и подготовкакадров: Междунар. науч.-практ. конф. – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2005. – Том 2. – С. 53-54.

26. Гидзюк, И. К. Жимолость со съедобными плодами / И.К. Гидзюк – Томск: Изд. Том. ун-та, 1981. – 168 с.

27. Попова, И. Б. Биологические особенности формирования урожая у жимолости: авт. дис. канд. с.-х. наук / И.Б. Попова. – Мичуринск, 2000. – 21 с.

28. Жолобова, З. П. Основы промышленной культуры синей жимолости в Сибири // Садоводство и виноградарство. – 1990. – №8. – С.142-145.

29. Плеханова, М. Н. Жимолость (Lonicera subsect. Caeruleae): Систематика, биология, селекция: авт. дис. канд. биол. наук / М. Н. Плеханова. – Спб., 1994. – 22 с.

30. Савельев, Н. И. Биохимический состав плодов и ягод и их пригодность для переработки / Н. И. Савельев, В.Г. Леонченко. – Мичуринск, 2004. – 124 с.

31. Фізіологія рослин: практикум / О. В. Войцехівська, А. В. Капустян, О. І. Косик та ін.; за ред. Т. В. Паршикової – Луцьк: Терен, 2010. – 420 с.

32. Корячкина, С. Я. Минеральный состав дикорастущих и культивируемых ягод Сибири / С. Я. Корячкина, И. В. Сандракова, О. М. Фаттахова // Пищевая промышленность. – 1992. - №6. – С. 25.

33. Колисниченко, М. Н., Химический состав и применение плодов жимолости / М. Н. Колисниченко, Л. А.Козубаева. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул – 1984 г.

34. Калиновская, Т. Гуммиарабик: перспективы использования в производстве кондитерских изделий / Т. Калиновская, Л. Букшина, А. Скрипко, Ю. Кепканов, Н. Якименко // Продукты & ингредиенты. – 2013. – № 6 (103). – С. 16-17.

35. Гуміарабік – Електронний ресурс [Режим доступу]: http://noilluk.bitballoon.com/xarchovi-dobavki5/gumiarabik-opis-vlas4799

36. Лурье, И. С. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник./ И. С. Лурье, Л. Е. Скокан, А. П. Цитович. // М.: КолосС. – 2003. – 416 с.

37. Методы анализа витаминов: Практикум / Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников. – Калининград: КГУ, 2004. – 36 с.

38. Визначення вітаміну С в ягодах – Електронний ресурс [Режим доступу]: https://www.school-science.ru/2017/13/27530

39. Горальчук, А. Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навч. посібник / А. Б. Горальчук, П. П. Пивоваров, О. О. Грінченко та ін. – Х.: Харківський держ. ун-тет харчування і торгівлі, 2006. – 63 с.

40. Цукерки. Загальні технічні умови : ДСТУ 4135-2014 . – [Чинний від 2014–01–01]. – К. : Держстандарт України, 2003. – 21 с. – (Національний стандарт України).

НТБОНТ

2. ECONOMICS AND ADMINISTRATION

2. ЕКОНОМІКА І УПРАВЛІННЯ

CONSOLIDATION OF TRANSPORTATION AND WAREHOUSING PROCESSES ON THE INTERNATIONAL MARKET AS A COMPROMISE BETWEEN EXPENSES AND QUALITY OF LOGISTICS SERVICES

Author – Pavelchuk M.
Supervisor – Pokhylchenko O.
Lviv Polytechnic National University

In the article was founded the importance of compromise between costs and quality of logistics services for enterprises operating in the international transport market. The classification of logistics services that create added value is presented, among which the significant potential of consolidation processes of cargo is revealed in the achievement of significant competitive advantages by carriers. The methodical recommendations for the decision to open the consolidation warehouse for the enterprise which operate on the international transport market. It was tested on the example of the activity of the Ukrainian logistic operator of the "Good Logistik" Ltd. In the course of implementation of the proposed recommendation, the reduction of transport costs and improvement of the logistics service level of the "Good Logistik" Ltd. were achieved.

КОНСОЛІДАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ ПРОЦЕСІВ НА РИНКУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЯК КОМПРОМІСНИЙ ВАРІАНТ МІЖ ВИТРАТАМИ ТА ЯКІСТЮ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ

Автор – Павельчук М. С.
Керівник – Похильченко О. А
Національний університет «Львівська політехніка»

Вступ

Логістична продуктивність зазвичай передбачає типовий компромісний зв'язок між витратамита якістю. Ця думка ідентична припущенню, що якість послуг повинна бути максимізована при найнижчих витратах на логістику. Для багатьох компаній левову частину їх витрат становить вартість транспортних процесів. Першочергове значення ці витрати мають для підприємців, які здійснюють свою діяльність на ринку міжнародних перевезень. Окрім витрат на перевезення вантажів, джерелами витрат в цій сферіє транзитні операції, численні операції, пов'язані з частотою та обсягами постачання, що виникають внаслідок прагнення компанійутримувати високий рівень логістичного обслуговування для своїх клієнтів.

Відтак, зосередження на потребах замовників, повному та своєчасному виконанні їх замовлень, скороченні часу транспортування створює необхідність знаходження дієвих інструментів оптимізації транспортно-складських процесів міжнародних перевізників з метою забезпечення для них виграшного у конкурентному середовищі варіанту компромісу між якістю логістичних послуг та витратами на її забезпечення.

Як свідчить аналіз вітчизняної логістичної літератури, в концептуальному плані компроміс компромісу між якістю логістичних послуг та витратами на її забезпеченняє предметним проявом процесу «логістичне обслуговування», який за [1] розглядається як важлива складова обслуговування споживача, яке дає можливість забезпечити необхідний рівень задоволення потреб клієнтів за якнайнижчих сукупних витрат і гарантованого отримання клієнтом відповідного товару, відповідної кількості й асортименту, в певному місці, в певний час і за певною ціною. Водночас, для позначення втілення цього процесу на практиці здебільшого послуговуються терміном «логістичний сервіс» (англ. Logisticservice), який можна визначити як сукупність послуг, що надаються в процесі поставки товару споживачу,які забезпечують максимальне забезпечення попиту споживачів в процесі управління логістичними потоками, при оптимальному рівні затрат[2]. Згідно з [3, с. 294-297] логістичні послуги включають в себе такі загальні (основні) послуги, як транспортування, розподіл та зберігання різних видів продукції та товарів, а також інші більш спеціалізовані послуги, які вважаються додатковими: маркування, виставлення рахунків, інвентаризація запасів (перегляд запасів у

сфері дистрибуції і у клієнтів), контроль товарів, післяпродажне обслуговування тощо.

Діапазон надання логістичних послуг є широким і виникає з очевидної компатибільності (узгодженості) перевезення і складування з процесом реалізації замовлень у цілому, особливо у фазі постачання, дистрибуції, обслуговування запасів, формування вантажних одиниць, фінансового обслуговування і т.д. [3, с. 294]. Водночас,з точки зору знаходження дієвих інструментів оптимізації транспортно-складських процесів вітчизняних міжнародних перевізників та з огляду на високу конкурентність цієї галузі [4; 5] та визначальну роль забезпечення швидкості та надійності перевезень за мінімуму транспортних витрат, особливий інтерес становить дослідження потенціалу, насамперед, тих логістичних послуг, які націлені на створення саме доданої цінності для клієнтів. Саме такі послуги формують привабливість логістичної пропозиції, надаючи їй унікальності та позиціонуючи компанію-надавача як таку, що іде в ногу із сучасними вимогами ринку.На підставі [6] можливим є зведення таких послуг до табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація логістичних послуг, що створюють додану цінність

Послуги, що створюють додану цінність (англ. Value added services)	**Адміністративні послуги (англ. Administrative services)**	**Комплексні послуги (англ. Complex value added services)**
Контроль якості (англ. Quality control service)	Управління замовленнями (англ. Order Management)	Виконання замовлень (англ. Fulfillment)
Контроль дотримання стандартів та вимог (англ. Regulatory Compliance)	Контроль запасів (англ. Inventory control)	Електронне виконання замовлень (англ. E-Fulfillment)
Пакування (англ. Packing and Packaging), в т.ч.: - *Сервіс Pick/Pack та Co-Packing* - *Вибіркове завантаження (англ. Picking)*	Управління запасами (англ. Inventory Management)	Об’єднання постачання (англ. Merge In Transit)
	Vendor Managed Inventory (VMI) та Co-Managed Inventory (CMI)	Крос-докінг (англ. Cross-Dock / Cross Docking (XD)

- *Перепакування (англ. Repacking)* - *Проектування упаковки (англ. Packaging design)*	Планування запасів (англ. Inventory Planning)	Трансформаційний крос-докінг (англ. Transformational Cross Docking (TXD)
Маркування та тегування (англ. Labeling and Tagging), в т.ч.: - *Застосування ідентифікаційних міток (англ. Shipping label)* - *Штрих-кодування (англ. Location Tag)*	Поповнення запасів (англ. Replenishing)	Відкладення (англ. Postponement (PP)
	Податкове врегулювання (англ. Fiscal Representation)	Пряма доставка в магазин (англ. Direct Store Delivery (DSD)
Конфігурування та кастомізація (англ. Configuration & Customization), в т.ч.: - *Сортування (англ. Assortment)* - *Об'єднання в одну посилку / Роз'єднання посилок (англ. Bundling and Unbundling)*	Виставлення рахунків на оплату (англ. Billing/ Invoicing)	Консультування (англ. Consultancy)
		Електронна комерція логістичних операцій (англ. E-commerce logistics services)
Консолідація і комплектування (англ. Assembly and Kitting), в т.ч.: - *Об'єднання під замовлення (англ. Assemble-to-order or Finish to Order)* - *Фінальне об'єднання (англ. Final Assembly or Assemble to Order)* - *Просте об'єднання (англ. Light Assembly)*		
Конфігурування / Пакування під замовлення (англ. Configure / Package to Order)		

Джерело: опрацьовано на основі [6]

Аналізуючи досвід провідних логістичних компаній України та світу [7-10] можна зробити висновок, про існування значного потен-

ПРОНАУКА

ціалу у досягненні компаніями-перевізниками суттєвих конкурентних переваг на ринку міжнародних перевезень завдяки активному використанню процесів консолідації вантажів.

Одним із прикладів таких компаній, що має власні склади консолідації є національний логістичний оператор «Меридіан Карго» [10]. З метою економії коштів і часу, цією компанією було розроблено послугу консолідації вантажів, яка полягає в тому, що до тих пір, поки не буде сформований весь вантаж в одну партію, він зберігається на складі консолідації без необхідності самостійно збирати товар у постачальників. А далі ця партія відправляється одним рейсом в пункт призначення. Склади консолідації компанії «Меридіан Карго» розміщені в містах Іу та Гуанчжоу (КНР). Відправлення контейнерів в українські міста здійснюється морем в складі збірних або окремих вантажів один раз на 7 днів.

Іншим прикладом є російська транспортно-логістична компанія «МегаЛогістика», що спеціалізується на наданні послуг у сфері перевезення вантажів та їх митного оформлення [7] та володіє складом консолідації, який розташований у м. Лондон (Англія). Цей склад служить відправним пунктом вантажоперевезень компанії з Англії в Росію, на якому товар проходить ряд додаткових процедур, таких як упаковування/перепакування, маркування, конфігурування та інші. Всі процеси на складі автоматизовані, що дозволяє приймати до декількох сотень тисяч різноманітних вантажів щотижня та забезпечує доставку будь-якого замовлення в Російську Федерацію, країни СНД з урахуванням всіх вимог за нижчими, порівняно із конкурентами, цінами.

Таким чином, можна констатувати, що наявність у кожної з цих компаній власних складів консолідаціївиступає свого роду гарантією надійності їх послуг з одного боку, та ефективності з іншого.

Розглядаючи детальніше принципи організування такого типу вантажоперевезень, слід відмітити, що основною відмінністю використання консолідованих складів від прямих поставок, є обов’язкове потрапляння будь-якого вантажу перед тим, як відправитися до кінцевого споживача, на цей склад, куди його доставляє або сам вантажовідправник, або співробітники компанії-перевізника та виконання над цим вантажем ряду додаткових процедур – доупакування, сортування, тарування (зважування), оформлення всіх потрібних документів. Лише після того,як вантажі об'єднають в одну єдину, велику, економічну доставку, їх відправляють в одному напрямку (рис. 1).

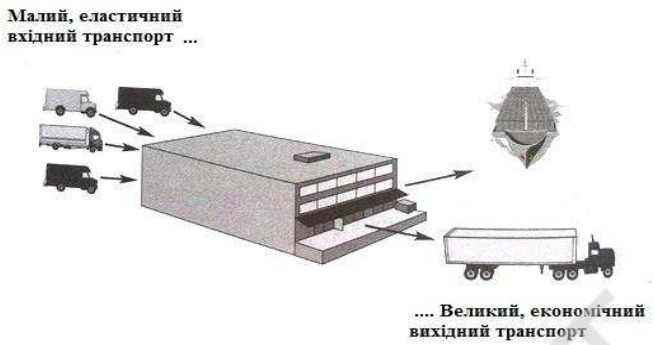


Рис. 1. Схема організації перевезення за умов консолідації вантажів [11, с. 438; 12, с. 383]

Узагальнюючи переваги створення складів консолідації для компаній-перевізників [7-10,14] виокремимо такі ключові моменти:

- консолідація вантажів в складах економічно вигідна, тому що скорочує витрати як перевізника, такі вантажовласника;
- завдяки здійсненню остаточного консолідування у найближчому до кінцевих клієнтів місці, уможливлюється істотне скорочення термінів доставки, а також надання більш гнучкої та індивідуальної пропозиції;
- відсутність зайвого перевантаження є додатковою гарантією збереження вантажу, а отже і надійності поставки;
- можливість перебування складу консолідації в спільному володінні відразу декількох юридичних осіб дає змогу формувати з товарів великі змішані (консолідовані) партії і значно скорочувати витрати не тільки на зберігання, а й на транспортування;
- за рахунок консолідації операцій з кількох менших, віддалених складів в один великий, централізований склад, організації можуть скоротити обсяг таких робіт, як вибір замовлень, і усунути логістичну проблему збору продуктів, що знаходяться в різних місцях.

Отже, завдяки наявності проміжної точки в системі перевезень на якій можна зберігати товар до моменту накопичення більшої кількості товару і відправки їх до споживача в одній партії, консолідований склад можна вважати одним із ключових факторів, який одночасно впливатиме на транспортні витрати, зменшуючи їх та на рівень логістичного сервісу – покращуючи його.

Об'єктом дослідження наукової роботи виступає удосконалення управління міжнародними перевезеннями підприємств на основі консолідації їх транспортно-складських процесів.

Предметом дослідження наукової роботи є теоретико-методичні та прикладні засади забезпечення виграшного для підприємств компромісного варіанту між витратами та якістю логістичних послуг на ринку міжнародних перевезень на основі консолідації їх транспортно-складських процесів.

У науковій роботі були використані загальнонаукові методи пізнання та методологічні основи системного підходу. Для вирішення поставлених завдань було застосовано такі методи: діалектичного пізнання – для дослідження теоретичних аспектів консолідації транспортно-складських процесів підприємств на ринку міжнародних перевезень; економічного аналізу та порівняння для обґрунтування пропозиції щодо створення консолідованого складу для підприємства, що діє на ринку міжнародних перевезень.

З метою дослідження можливостей досягнення підприємствами компромісного варіанту між витратами та якістю логістичних послуг на ринку міжнародних перевезень на основі консолідації їх транспортно-складських процесів в якості типового підприємства, для якого поставлене завдання є актуальним та перспективним, обрано діяльність ТзОВ «ГудЛогістик». Відтак, далі у роботі буде розглянуто вплив переходу підприємства з схеми прямих поставок до поставок з використанням консолідованого складу з метою зменшення транспортних витрат та покращення рівня логістичного сервісу.

ТзОВ «ГудЛогістик» – логістичний оператор, який порівняно недавно вийшов як на український, так і на міжнародний ринок. Це компанія, що працює в сфері мультимодальних контейнерних перевезень. Заснована в 2014 році з метою скорочення часу доставки вантажів і оптимізації транспортних витрат для декількох великих українських компаній. Основними логістичними послугами, які надає компанія є: морські перевезення; автомобільні перевезення; авіа перевезення; AIL/LCL/LTL; залізничні перевезення; складська логістика; внутрішньо-портовий експорт; митне оформлення.

На основі узагальнення підходів до реалізації плану відкриття консолідованого складу, якими послуговуються на практиці українські та закордонні підприємства на ринку міжнародних перевезень [7-10] уможливлюється формування методології прийняття практичних рішень у напрямку досягнення поставленого завдання.

Першим пропонованим кроком у напрямку створення консолідованого складу вважаємо аналіз його потенційного місця розташування.

Для визначення найбільш економічно вигідного місця розташування консолідованого складу традиційнов якості відправного пункту прийнято враховувати обсяги перевезення з країн експортерів до країни імпортера [14]. Однак, на практиці обмеження одним варіантом суттєво знижує шанси підприємства прийняти обґрунтоване, а значить оптимальне рішення. З огляду на те, що країни експортери знаходяться на різних відстанях від країни імпортера, вважаємо за необхідне також враховуватимінливістьвитрат на перевезення товару, зумовлених довезенням його з різних країн. Також на навартість перевезення та вартість безпосередньо логістичних послуг має суттєвий впалив рівень орендних ставок на складські приміщення в країні розміщення складських потужностей, що зумовлено рівнем її економічного розвитку. В результаті можливе суттєве коливання цін на логістичні послуги, що очевидно також потребує врахування у процесі прийняття остаточного рішення про локалізацію складу консолідації.

Відтак, аналіз потенційного місця розташування складу консолідації підприємства, що діє на ринку міжнародних перевезень має ґрунтуватися на врахуваннікомплексу показників, таких як:- географічні координати країн; – вартість транспортування з країни локалізації; – вартість оренди площі складу в країні локалізації.

В цей же час, алгоритм пошуку найбільш економічно вигідного місця розташування складу консолідації підприємства, базуватиметься на використанні класичних формул знаходження координат складу, що наведені у табл. 2.

Завершальним кроком запропонованого аналізу є ідентифікація місця розташування складу на основі врахування одночасного впливу усіх критеріїв: прогнозованого обсягу перевезень, вартості перевезення одного контейнера та вартості оренди $1м^2$ складу.

Другим пропонованим кроком у напрямку створення консолідованого складу вважаємо аналіз економічного ефекту від реалізації такої пропозиції.

Розрахунок економічного ефекту від реалізації пропозиції, щодо вдосконалення управління міжнародними перевезеннями на основі переходу від системи прямих поставок до поставок з використанням складу консолідації доцільно здійснювати поетапно на основі виконання наступноїпослідовності:

Таблиця 2 – Алгоритм знаходження координат складу консолідації на основі комплексу показників

Комплекс показників для визначення локалізації складу консолідації	**Алгоритм та формули для знаходження координат складу консолідації**
Географічні координати країн	1. Визначення обсягів перевезення (імпорту) з країн Європи в Україну. 2. Визначення географічних координат країн, включених до аналізу. 3. Знаходження координат складу з використанням нижченаведених формул: $X_c = \frac{\sum Q*l_x}{\sum Q}$ (1) $Y_c = \frac{\sum Q*l_y}{\sum Q}$ (2)
Вартість транспортування з країни локалізації	1. Визначення параметрів контейнерів, які будуть перевозитись. 2. Розрахунок середньоринкової вартості перевезення. 3. Знаходження координат за формулами (1, 2).
Вартість оренди площі складу в країні локалізації	1. Розрахунок середньоринкової орендної ставки на складські приміщення в країнах, які включено до аналізу[1]. 2. Порівняння орендних ставок на складські приміщення за критерієм найменшої вартості.

Зіставлення результатів з метою остаточної ідентифікації найбільш економічно вигідної локації складу консолідації на основі одночасного врахування впливу усіх показників

Джерело: власна розробка

[1]Пошук складів можна здійснювати за допомогою таких популярних сайтів, як arkadia.com, homestreet.ch, www.worldcapital.it, colliers.com, en.svoboda-williams.com.

1. Визначення оптимальної площі складу консолідації.
2. Розрахунок вартості складу консолідації.
3. Порівняння витрат «до» та «після» удосконалення управління міжнародними перевезеннями на основі переходу від системи прямих поставок до поставок з використанням складу консолідації;
4. Порівняння показників, які характеризують якість логістичного сервісу «до» та «після» удосконалення управління міжнародними перевезеннями на основі переходу від системи прямих поставок до поставок з використанням складу консолідації;
5. Розрахунок економічного ефекту пропонованої рекомендації.

Алгоритм розрахунку економічного ефекту від відкриття складу консолідації підприємством, що діє на ринку міжнародних перевезень та необхідні для цього вихідні дані наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Алгоритм розрахунку економічного ефекту від відкриття складу консолідації

Етапи розрахунку економічного ефекту від відкриття складу консолідації	Вихідні дані	Послідовність кроків в межах кожного етапу
1. Визначення оптимальної площі складу консолідації	Номенклатура, властивості та кількість матеріальних цінностей, які необхідно зберігати	1. Розрахунок площі складу методом навантаження[2] з використанням наступних формул: $S_{заг} = \frac{Z_{max} * K_н}{q * K_{вик}}$ (3[3]) $Z_{max} = \frac{Обєм_{річний}}{365} * Частоту_{поставок}$ (4) $Z_{max} = Z_{на\ 4\ дні} + Z_{страх}$ (5) $K_н = \frac{Q_{доб.запас}}{Q_{доб.серед}}$ (6)

[2]Розрахунок площі складських приміщень може проводитися двома методами: методом навантажень або точним методом. Метод навантажень застосовується для визначення площі універсальних складів або на першій стадії проектування складських приміщень. Враховуючи те, що більшість підприємств в залежності від замовлення можуть перевозити різні види товарів то використовується саме метод навантажень.

[3] де $S_{заг}$ - загальна площа складу, м^2; Z_{max} – максимальна норма зберігання і-того вантажу на складі, т; $K_н$ – коефіцієнт нерівномірності надходження вантажів на склад; q – середнє розрахункове навантаження на 1м площі складу, т/м^2; $К_{вик}$- коефіцієнт використання площі складу.

2. Розрахунок вартості складу консолідації	Середньоринкова вартість оренди складських приміщень заданої площі.	1. Визначення середньоринкової вартості оренди складу в країні, яку ідентифіковано на попередньому кроці. 2. Розрахунок вартості складу консолідації за формулою: $Оренда_{міс} = Ціна_{за\ м2} * S_{заг}$ (7[4])
3. Порівняння витрат «до» та «після» удосконалення управ-ління міжнародними перевезеннями на основі переходу від системи прямих поставок до поставок з використанням складу консолідації	Витрати за системою прямих поставок. Витрати за системою з використанням консолідованого складу.	1. Розрахунок повної суми витрат за системою прямих поставок. 2. Розрахунок повної суми витрат за системою з використанням консолідованого складу.
4. Порівняння показників, які характеризують якість логістичного сервісу «до» та «після» удосконалення управління міжнародними перевезеннями на основі переходу від системи прямих поставок до поставок з використанням складу консолідації	Загальна к-сть замовлень, к-сть доставлених замовлень, к-сть дефектних та неповних поставок, к-сть скарг, к-сть поставок у термін, вага перевезеного товару, к-сть ТЗ	Послідовний розрахунок показників оцінки якості логістичного сервісу: показника ступеня реалізації замовлення, показника рівня скарг (рекламацій), частки дефектних поставок, показника надійності поставок, частки неповних поставок, показника використання вантажопідйомності.

[4]де $Ціна_{за\ м2}$ – ціна оренди $м^2$ складу в ідентифікованому місці розташування;
$S_{заг}$– площа консолідованого складу.

5. Розрахунок економічного ефекту пропонованої рекомендації	Витрати за системою прямих поставок, витрати за системою з використанням консолідованого складу, приріст показників якості логістичного сервісу	Розрахунок економічного ефекту пропонованої рекомендації: *Економія у витратах= Витрати за системою прямих поставок – Витрати за системою з використанням консолідованого складу* (8) *Приріст у якості показників логістичного сервісу*

Джерело: власна розробка

З метою практичної апробації запропонованої нами методології, застосуємо її до реально діючого на ринку міжнародних перевезень підприємства – ТзОВ «ГудЛогістик». Відзначимо, що розрахунковим періодом, на який будуватиметься прогноз ключових фінансових показників підприємства з врахуванням рекомендації щодо відкриття складу консолідації прийнято 2017[5] р., а вихідною інформаційною базою слугуватимуть аналітичні дані підприємства за 2016 р.

Виконання першого кроку.

1.1.Для визначення найбільш економічно вигідного місця розташування консолідованого складу ТзОВ «ГудЛогістик» першочергово необхідно врахувати обсяги перевезення (імпорт) з країн Європи в Україну. Прогнозовані обсяги перевезення підприємства у 2017 році з основних країн-імпортерів в Україну на основі ретроспективних даних 2016 року наведено у табл. 4.

Таблиця 4 – Прогнозовані обсяги імпорту ТзОВ «ГудЛогістик» з Європи в Україну

Країни	Прогнозний обсяг на 2017 рік, тон
Франція	128
Австрія	147
Німеччина	735
Іспанія	1012
Італія	1029
Сума	3051

[5] Це пов’язано із відсутністю актуальних даних за 2017 р.

Отже, найбільші частки імпорту з Європи в Україну мають Італія та Іспанія, найменшу – Франція. Для візуального відображення цих даних скористаємось програмним додатком для Microsoft Exel – 3D Maps (рис. 2).

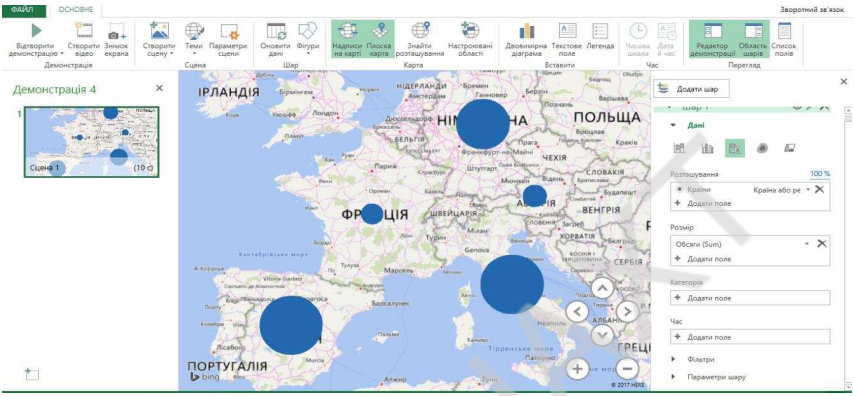


Рис. 2. Прогнозовані обсяги імпорту з Європи в Україну з використанням Microsoft Exel – 3D Map

Географічні координати країн відображено на рис. 3.

Підставляючи прогнозні обсяги перевезень у формули 1, 2, отримаємо:

$$X_c = \frac{128 * 1373 + 147 * 2453 + 735 * 2227 + 1012 * 933 + 1029 * 2187 + 3051 * 3493}{128 + 147 + 735 + 1012 + 1029} = 2626 \text{ км}$$

$$Y_c = \frac{128 * 1227 + 147 * 1160 + 735 * 1675 + 1012 * 320 + 1029 * 467 + 3051 * 1413}{128 + 147 + 735 + 1012 + 1029} = 1094 \text{ км}$$

Таким чином, потенційним місцерозташуванням складу консолідації виступає кордон між Словаччиною та Угорщиною.

1.2. Розрахунок місця розташування складу враховуючи ціну перевезення спирається на врахування параметрів контейнерних перевезень ТзОВ «ГудЛогістик» та середньоринкової вартості перевезення 1 т. За даними підприємства, в міжнародних перевезеннях даної компанії з країн Європи до України переважає використання 20-тонних контейнерів. Ціни на перевезення транспортом таких габаритів у 2017 р. на підставі [15] наведено у табл.5.

Таблиця 5 – Вартість перевезення контейнера з Європи в Україну у 2017 р.

Країни	Ціна перевезення, грн./км	Відстань до України, км	Вартість перевезення, грн.	X	Y
Німеччина	24	1347	32328	2227	1675
Франція	25	2364	59100	1373	1227
Іспанія	29	3636	105444	933	320
Італія	30	2346	70380	2187	467
Австрія	33	1332	43956	2453	1160

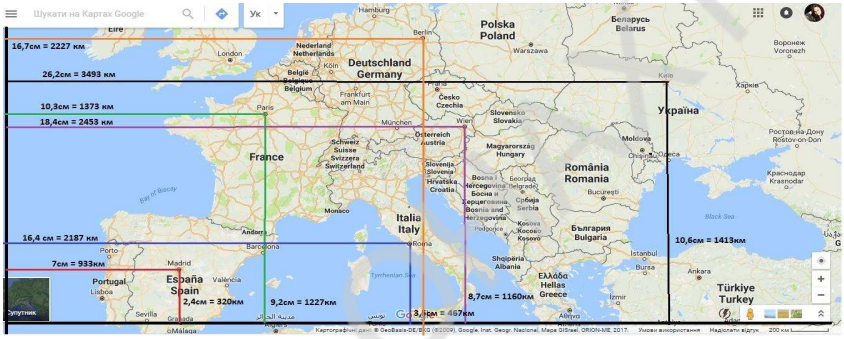


Рис. 3. Розташування країн Європи з якими працює ТзОВ «ГудЛогістик» та їхні координати

Враховуючи різну вартість перевезення з країн Європи одного 20-тонного контейнера до України, уможливлюється визначення місця розташування складу консолідації за цим показником, який матиме координати (1649;784). За даними координатами склад мав би бути розташованим на південному-сході Франції.

Для подальшого аналізу економічно вигідного місця розташування складу консолідації досліджуваного підприємства проведемо зіставлення двох розглянутих показників (табл. 6).

Отже, місце розташування складу із врахуванням вартості перевезення та прогнозованих обсягів транспортування з використанням формул 1,2, матиме координати (1765;914). За даними координатами склад мав би бути розташований на півдні Швейцарії, що також можна пояснити тим, що з Італії та Іспанії спостерігаються найбільші потоки товару, а також вони характеризуються найбільш високими вартостями перевезення одного контейнера до України.

Таблиця 6 – Зведена таблиця прогнозованих обсягів та вартості перевезення товару з Європи в Україну у 2017 р.

Країни	Прогнозовані обсяги на 2017р., тон	Прогнозована вартість перевезення у 2017р., грн	X	Y	(Обсяги, тон *Вартість перевезення, грн.) / 20 тон
Франція	128	32328	1373	1227	206899,2
Австрія	147	59100	2453	1160	434385
Німеччина	735	105444	2227	1675	3875067
Іспанія	1012	70380	933	320	3561228
Італія	1029	43956	2187	467	2261536

1.3. Наступнимкроком є ідентифікація місця розташування складу на основі врахування вартості оренди $1м^2$ складу.

На основі аналізу середньоринкових цін на однотипні складські приміщення площею близько 500 $м^2$, без додаткових офісних приміщень чи стоянок, без температурних режимів та із середніми умовами експлуатації, який здійснювався із використанням наступних сайтів: для Франції, Австрії, Іспанії та Німеччини – arkadia.com, для Швеції – homestreet.ch, для Італії – www.worldcapital.it, для Угорщини – colliers.com та для Чехії – en.svoboda-williams.com, у країнах з низькою пропозицією був обраний склад із найближчими до них характеристиками. Ціни за оренду складу переводились за середнім курсом американського долара та євро 2017 року (табл. 7).

З табл. 7 видно, що вартість оренди складу значно варіює залежно від країни. За попередніми розрахунками, склад мав би бути розташований на півдні Швейцарії. Вартість оренди складу в кожній країні різна, тому необхідно порівняти її з цінами за оренду 1 $м^2$ складу в сусідніх країнах. Для порівняння беремо не лише ціни усіх країн експортерів, а також і країн які межують із Швейцарією, тобто знаходяться неподалік від найбільш економічно вигідного, за прогнозованими обсягами та вартістю перевезення, місця розташування складу. Відтак, порівнюючи з іншими сусідніми країнами, найбільш привабливо виглядає розташування складу консолідації у Швейцарії.

Таблиця 7 – Середньоринкова вартість оренди $1м^2$ складських приміщень у країнах Європи 2017 року

Країни	Вартість оренди $1м^2$ складу, грн
Франція	108
Австрія	148,5
Німеччина	81
Іспанія	50,76
Італія	113,4
Угорщина	94,5
Швейцарія	81
Чехія	94,5

Отож, враховуючи усі показники, а саме: прогнозовані обсяги перевезення, вартість перевезення одного контейнера та оренди $1м^2$ складу, найбільш економічно вигідним місцем розташування консолідованого складу для ТзОВ «ГудЛогістик» доцільно обрати Швейцарію.

Виконання другого кроку.

2.1. Використовуючи дані ТзОВ «ГудЛогістик» можливим є застосування методу навантажень до визначення рекомендованої площі складу консолідації на підставі формул 3-6, наведених у табл. 3 з відображенням проміжних розрахунків та остаточного результату у табл. 8.

Отже, в результаті розрахунків площі складу робимо висновок, що для ТзОВ «ГудЛогістик» необхідно орендувати склад в розмірі ≈ $200 м^2$. Консолідований склад із такими розмірами є досить невеликим. Водночас, аналізуючи іноземний ринок складів, підприємству не вигідно орендувати цілий склад, найзручніше буде брати склад у суборенду, або орендувати частину складу у розмірі $200 м^2$.

2.2. Розрахунок вартості складу консолідації.

Використовуючи інформацію про середньоринкову вартість оренди складських приміщень у Швейцарії, отриману з відкритих джерел в мережі Інтернет, можна визначити витрати ТзОВ «ГудЛогістик», пов'язані із її оплатою. Розрахунки проводитимуться за формулою 7:

$$\text{Оренда}_{\text{міс}} = \text{Ціна}_{\text{за м2}} * S_{\text{заг}} = 81 * 200 = 16200 \text{ грн./міс.}$$

Таблиця 8 – Застосування методу навантажень до визначення рекомендованої площі складу консолідації ТзОВ «ГудЛогістик»

Проміжні показники	**Вихідні дані для розрахунку проміжних показників**	**Розрахунок проміжних показників**	**Розрахунок рекомендованої площі складу консолідації**
Максимальна норма зберігання і-го вантажу на складі	Страховий запас $Z_{страх}$= 40 т Запас на 4 дні $Z_{на\ 4\ дні}$=16,7 т	$Z_{max} = Z_{на\ 4\ дні} + Z_{страх} = 16,7 + 40 = 56,7$ т	$S_{заг} = \frac{Z_{max} * K_н}{q * K_{вик}} = \frac{56,7 * 3}{1,1 * 0,8} = 193,36\ м^2$
Коефіцієнт нерівномірності надходження вантажу на склад	$Q_{доб.серед} = \frac{3051}{365} = 8,36\ т$ – середньодобовий обсяг вантажу, що надходить на склад, т/добу. $Q_{доб.запас}$ = 25,07 т – максимальний добовий обсяг вантажу, що надходить на склад, т/добу.	$K_н = \frac{Q_{доб.запас}}{Q_{доб.серед}} = \frac{25,07}{8,36} = 3$	
Середнє розрахункове навантаження на 1м площі складу, т/м^2	q = 1,1	-	
Коефіцієнт використання площі складу	$K_{вик}$ = 0,8	-	

де $Ціна_{за\ м2}$ = 90 грн – ціна оренди $м^2$ складу в Швейцарії;

$S_{заг}$= 193,36 $м^2 \approx 200\ м^2$ – площа консолідованого складу

Також зазначені витрати слід доповнити врахуванням витрат, пов'язаних із оплатою праці тих працівників, які працюватимуть на складі консолідації в Швейцарії. Враховуючи, що потенційно на

складі у Швейцарії працюватимуть двоє працівників, а саме: оператор та охоронець, можна розрахувати загальні витрати на зарплату працівників, які становитимуть:

$$Загальні\ витрати\ на\ ЗП_{міс} = 9000 + 4000 = 13000 \text{ грн./міс.}$$

2.3. Порівняння витрат «до» та «після» удосконалення управління міжнародними перевезеннями на основі переходу від системи прямих поставок до поставок з використанням складу консолідації.

ТзОВ «ГудЛогістик» – логістична компанія, яка приймає сотні замовлень на доставку товару з таких країн, як Франція, Німеччина, Італія, Іспанія, Австрія. Поставок є багато, проте вони не значні.

При прямому перевезенні ТзОВ «ГудЛогістик» здійснює поставки в середньому раз на 2 тижні, використовуючи вантажівки з 20-ти тонними контейнерами. Вартість відправлення вантажу в 20-ти тонному контейнері з Європейської країни до України знаходиться у межах від 24 до 33 грн за км. Допустиме навантаження вантажівки згідно стандартів ISO 668 рівне 20,32т.

Таблиця 9 – Вихідні дані для розрахунку сукупних витрат ТзОВ «ГудЛогістик» за системи прямих поставок

Країна	$Ц_{пер}$ 20т конт., грн/км	$L_{до\ Укр}$	Обсяг пост. за рік, тон	Обсяг однієї пост., тон	К-сть вантажівок, шт.	$В_{пер}$ за 2 тижні, грн	$В_{пер}$ за рік, грн	Махзавант., тонн	$К_{зав}$
Німеччина	24	1347	735	30,63	2	64656	1551744	40,64	0,75
Франція	25	2364	128	5,33	1	59100	1418400	20,32	0,26
Іспанія	29	3636	1012	42,17	3	316332	7591968	60,96	0,69
Італія	30	2346	1029	42,88	3	211140	5067360	60,96	0,70
Австрія	33	1332	147	6,13	1	43956	1054944	20,32	0,30
Сума	-	-	3051	127,13	10	695184	16684416	203,20	0,63

Отже, сукупні витрати ТзОВ «ГудЛогістик» за системи прямих поставок становитимуть 16684416 грн. в рік. При цьому, коефіцієнт завантаженості вантажівки за різними країнами є дуже нерівномірним: наприклад, для перевезень з Німеччини в Україну він доволі високий – 0,75, в той час якз Франції до України – лише 0,26, що характеризує низький рівень використання об’єму вантажівки.

У випадку, коли компанія матиме склад консолідації, в якому можна об'єднати вантажі з різних країн у підприємства буде можливість використовувати 40-тонні контейнерні вантажівки.

Розрахуємо в такому випадку витрати на зберігання товарів на цьому складі. Витрати на оренду складу та на оплату праці двох працівників для зберігання товару за місяць дорівнює 16200+13000=29200 грн, що за рік становитиме 29200*12=350400 грн. Не дивлячись на те, що ми плануємо об`єднати відправлення вантажу з Швейцарії до України однією поставкою, ми також повинні враховувати усі відправлення з країн Європи до консолідованого складу в Швейцарії (табл. 10).

Таблиця 10 – Вихідні дані для розрахунку витрат на перевезення вантажів до консолідованого складу ТзОВ «ГудЛогістик» в Швейцарії

Країна	$Ц_{пер}$ 20т конт., грн/км	$L_{до\ скл}$	Обсяг пост. за рік, тонн	Обсяг однієї пост., тонн	К-сть вантажівок, шт	$B_{пер}$ за 2 тижні, грн	$B_{пер}$ за рік, грн	Max завант., тонн	$K_{зав}$
Німеччина	24	957	735	30,63	2	58625,82	1407019,68	40,64	0,75
Франція	25	569	128	5,33	1	3032,77	72786,48	20,32	0,26
Іспанія	29	1538	1012	42,17	3	194572,4	4669737,12	60,96	0,69
Італія	30	927	1029	42,88	3	119249,3	2861982,72	60,96	0,70
Австрія	33	868	147	6,13	1	5320,84	127700,16	20,32	0,30
Сума	-	-	3051	127,13	10	380801,1	9139226,16	203,20	0,63

Своєю чергою, витрати на транспортування товару до Швейцарії складатимуть 9 139 226,16 грн. за рік. Витрати на транспортування даного товару з Швейцарії до України відображені у табл. 11.

Таблиця 11 – Вихідні дані для перевезення вантажів з консолідованого складу ТзОВ «ГудЛогістик» в Швейцарії до України

Країна	$Ц_{пер}$ 20т конт., грн/км	$L_{до\ Укр}$	Обсяг пост. за рік, тонн	Обсяг однієї пост., тонн	К-сть ванта-жівок, шт	$B_{пер}$ за 2 тижні, грн	$B_{пер}$ за рік, грн	Max завант., тонн	$K_{зав}$
Швейцарія	21	1331	3051	127,13	7	195657	4695768	140	0,91

Ціна на транспортування з Швейцарії до України становить 30 грн./км. Враховуючи великі об`єми перевезення, компанія перевізник може зробитизнижку для ТзОВ «ГудЛогістик» у розмірі 30%. Тоді ціна перевезення становитиме 30*0,7=21 грн./км. У даному випадку ми використовуємо 7 вантажівок, які максимально можуть перевезти 140 тон, в той час як прогнозований обсяг – 127,13 тон. Коефіцієнт завантаженості становитиме 0,91.

Отож, загальні витрати на транспортування товару з країн Європи до України становитимуть 9 139226,16+350 400+4695768= =14 185394 грн.

2.4. Порівняння показників, які характеризують якість логістичного сервісу «до» та «після» удосконалення управління міжнародними перевезеннями на основі переходу від системи прямих поставок до поставок з використанням складу консолідації.

Послуговуючись показниками, які дають змогу оцінити якість логістичного сервісу, детальний опис яких міститься у [16, с. 139-140] та приймаючи до уваги інформацію менеджменту досліджуваної логістичної компанії ТзОВ «ГудЛогістик», можливим є зведене порівняння їх значень «до» та «після» відкриття складу консолідації у Швейцарії (табл. 12).

Таблиця 12 – Зміна показників оцінки якості логістичного сервісу ТзОВ «ГудЛогістик» в результаті відкриття складу консолідації в Швейцарії

Назва показника	Характеристика	Од. виміру	До наявності складу консолідації	Після відкриття складу консолідації
Показник ступеня реалізації замовлення	$\frac{К-сть\ доставлених\ замовлень}{Загальна\ к-сть\ замовлень}$	%	$\frac{524}{535}*100=$ $=98{,}13$	$\frac{531}{535}*100=$ $=99{,}25$
Показник рівня скарг (рекламацій)	$\frac{К-сть\ замовлень\ із\ скаргами}{К-сть\ доставлених\ замовлень}$	%	$\frac{35}{524}*100$ $=6{,}68$	$\frac{9}{531}*100$ $=1{,}69$
Частка дефектних поставок	$\frac{К-сть\ деф.поставок}{К-сть\ доставлених\ замовлень}$	%	$\frac{21}{524}*100=4$	$\frac{5}{531}*100=$ $0{,}94$
Надійність поставок	$\frac{К-сть\ поставок\ у\ термін}{К-сть\ доставлених\ замовлень}$	%	$\frac{487}{524}*100$ $=93$	$\frac{498}{531}*100$ $=93{,}785$
Частка неповних поставок до клієнтів	$\frac{К-сть\ неповних\ постакок}{К-сть\ доставлених\ замовлень}$	%	$\frac{349}{524}*100$ $=67$	$\frac{145}{531}*100$ $=27{,}3$

2.5. Розрахунок економічного ефекту пропонованої рекомендації здійснюється за двома напрямами: економії на витратах та приростом у якості логістичного сервісу.

$$\text{Економія у витратах} = \text{Витрати}_{\text{за системою прямих пост.}} - \\ -\text{Витрати}_{\text{за системою з викор.консолідованого складу}} =$$

$$=16\,684\,416 - 14\,185\,394 = 2\,499\,022 \text{ грн. в рік}$$

Приріст у якості логістичного сервісу досягається завдяки покращенню показників оцінки якості логістичного сервісу ТзОВ «ГудЛогістик», а саме:

- показник ступеня реалізації замовлення збільшився на 1,12% в абсолютному вимірі, або ж у відносному на 100,14%;
- показник рівня скарг (рекламацій) зменшився в абсолютному вимірі на 4,99%, у відносному на 24%;
- частка дефектних поставок зменшилась в абсолютному вимірі на 3,06%, у відносному на 22,5%;
- показник надійності поставок збільшився в абсолютному вимірі на 0,785%, у відносному на 99,84%;
- частка неповних поставок до клієнтів також зменшилась: в абсолютному вимірі на 39,7%, у відносному на 39%.

Таким чином, економічний ефект, пов'язаний із, одного боку, економією на транспортних витратах за рахунок створення проміжної ланки – консолідованого складу в системі міжнародних перевезень ТзОВ «ГудЛогістик» становить 2 499022 грн в рік, з другого боку, з приростом показників надійності поставок та ступеня реалізації замовлень, а також із зменшенням рівня рекламацій, дефектних та неповних поставок.

Висновки

Прагнення компаній, що діють на ринку міжнародних перевезень утримувати високий рівень логістичного обслуговування для своїх клієнтів актуалізує необхідність знаходження дієвих інструментів оптимізації їх транспортно-складських процесів, що своєю чергою підкреслює важливість організації перевезення на умовах консолідації вантажів та володіння складами консолідації.

Завдяки наявності проміжної точки в системі перевезень на якій можна зберігати товар до моменту накопичення більшої кількості товару і відправки їх до споживача в одній партії, консолідований

склад можна вважати одним із ключових факторів, який одночасно впливатиме на транспортні витрати, зменшуючи їх та на рівень логістичного сервісу – покращуючи його.

На прикладі ТзОВ «ГудЛогістик» в даній роботі було розглянуто вплив переходу підприємства з схеми прямих поставок до поставок з використанням консолідованого складу з метою зменшення транспортних витрат за покращення логістичного сервісу. На основі запропонованої у роботі методології прийняття практичних рішень у напрямку досягнення поставленого завдання було виконано ряд кроків, які дозволили: ідентифікувати найбільш економічно вигідне місця розташування консолідованого складу для ТзОВ «ГудЛогістик» на основі комплексу показників; визначити оптимальну площу складу на основі використання методу навантаження; розрахувати загальну вартість складу; визначити ефект від впровадження пропозиції, що в сукупності підтвердило головну гіпотезу про високий потенціал консолідації транспортно-складських процесів на ринку міжнародних перевезень у забезпеченні виграшного для підприємства компромісу між витратами та якістю логістичних послуг.

Список використаної літератури

1. Чухрай Н.І. Логістичне обслуговування: Підручник. – Львів.: Видавництво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2006. – 292 с.

2. Короленко Н. В. Управління якістю логістичних процесів на підприємствах: інтегральна парадигма // Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2494

3. Крикавський Є.В. Економіка логістики: Навч. посібник / Є.В. Крикавський, О.А. Похильченко, Н.В. Чорнописька, О.С. Костюк, Н.Б. Савіна, С.М. Нікшич, Л.Я. Якимишин; за заг. ред. Є.В. Крикавського та О.А. Похильченко. – Львів: 2014. – 640 с.

4. Офіційний сайт економічних наукових інтернет-конференцій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.economy-confer.com.ua/full-article/1930/.

5. Пора прогрівати двигуни: тенденції українського ринку міжнародних перевезень вантажним транспортом // Офіційний сайт консалтингової компанії Pro-Consulting [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/pora-progrevat-dvigateli-tendencii-ukrainskogo-rynka-mezhdunarodnyh-gruzoperevozok-avtomobilnym-transportom.

6. Logistics services: Concepts and definitions [Електроннийресурс]. – Режим доступу: http://www.barceloc.com/ BARCELOC%20-%20Logistics%20services%20concepts%20and%20 definitions.pdf.

7. Офіційний сайт міжнародної транспортної компанії «Мегалогістика» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://megalogistika.ru/uslugi/england.html.

8. Офіційний сайт компанії Free Lines Company[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://free-lines.ru/dostavka-gruzov-iz-anglii.

9. Офіційний сайт складу консолідації «Тамоф» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.tamof.ru/category_skladi_ konsolidatsii.html.

10. Офіційний сайт Meridian Cargo [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://meridiancargo.com.ua/uslugi-v-kitae/konsolidatsiya-i-hranenie-na-sklade.html.

11. Bozarth C.B., Handfield R.B., Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw. Helion, Gliwice 2007., s.728;

12. Крикавський Є. Логістика та управління ланцюгами поставок: Навч. посібник / Є. Крикавський, О. Похильченко, М. Фертч. – Львів :Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 844 с.

13. Frank G. Three ways to consolidate and Centralize Warehousing Power [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mhlnews.com/warehousing/three-ways-consolidate-and-centralize-warehousing-power.

14. Крикавський Є.В., Чухрай Н.І., Чорнописька Н.В. Логістика: компендіум і практикум: навч. посіб. – К.: Кондор, 2009. – 338 с.

15. Офіційний сайт Транспортно-інформаційного сервісу «Ларді-Транс» [Електронний рессурс]. – Режим доступу: www.lardi-trans.com.

16. Cudzilo M., Kolinska K. Logistyka w przedsieboirstwach – wskazniki logistyczne / Logistyka w polsce: Raport 2013: Praca zbiorowa pod redakcja Ireneusza Fechnera i Grzegorza Szyszki. – Poznan: BibliotekaLogistyka, 2014. – 160 s.

THE MANAGEMENT STRUCTURES' ORGANIZATION AND ITS FORMATION AT THE CONFECTIONARY INDUSTRY ENTERPRISES BASED ON THE LOGISTICS PRINCIPLES

Author – Paschyna A.
Supervisor – Sedikova I.
Odessa National Academy of Food Technologies

Topic Relevance: Nowadays the rapid changes in the external environment raise the question about the classical management tools relevance and effectiveness, therefore, modern theorists and scientists have faced new challenges and tasks. In the context of limited resources, it is highly important to optimize the resource consumption as much as it is possible. The words "efficiency" and "rationality" best reflect the logistical approach in solving such problems. Therefore, the logistics management becomes the actual topic for its study and development.

Research Purpose: *To research and develop the management structure on the logistics principles at CJSC Odesaconditer.*

Research Tasks*:*

- to study theoretical and methodical aspects of forming organizational structures at enterprises;

- to analyse the world and domestic confectionery markets tendencies and assume the further situation in the markets;

- to determine the level of competitiveness of CJSC Odesaconditer;

- to carry out the analysis of the financial state of CJSC Odesaconditer;

- to estimate the present organizational structure of management and to identify its disadvantages;

-to develop the organizational structure on the principles of logistics;

-to compare the effectiveness of the theoretical improvement and present situation with making final conclusions.

The research object *is the process of improving the organizational structures at enterprises in the confectionery industry*

The subjects *are the theoretical and methodological foundations, principles and mechanisms for improving the organizational structures of enterprises management in the confectionery industry based on the logistics principles.*

INFORMAT

The research theoretical and methodological basis *are general and specific methods. The system approach, methods of statistical and economic analysis, graphical modelling of organizational structures, SWOT-analysis and PEST-analysis were used during the research.*

The information was taken from the reports on the economic activity of Odesakonditer (Form No. 1 and No. 2, the Accounting Report), statistical data from the National Statistics Service of Ukraine, periodicals, literature and the World Wide Web.

The results *have shown the importance of theoretical and practical development in the logistics management field as a potential scientific area. New methods and principles are highly important in constant unpredictable market fluctuations because the old ones are losing their connection with present day situation. The work confirms relevance and acceptability of this project. It can be recommended for real middle- and big-sized confectioneries with varied assortment.*

1. Theoretical and methodical foundations of the management structures' organization and its formation at the confectionary industry enterprises based on the logistics principles

Today market require new forms and methods of running a busyness. That is why the most valuable scientific works are about the enterprises which are working in instable circumstances. An enterprise is a complex system. It contains general and personal interests, stimulation and limits, technologies and innovation, discipline and creativity, etc. Without understanding the essence of enterprise and knowing the patterns of its developing it is impossible to manage its activity. It is hard to overestimate the scientific substantiation significance of the formation and effective functioning of logistic structures. The transition to an efficient organization of logistics built on scientific principles becomes one of the main conditions for a successful reorganization of the enterprise.

The subject of this research are enterprises which according to Art. 62 of the Commercial Code of Ukraine is an "independent economic subject created by a competent authority of state power, a local self-government body or other subject to satisfy social and personal needs through the systematic implementation of industrial, research, commercial or other economic activities" [10].

By organizational structure of management (OSM) understands the ordered set of interrelated elements in stable relations, which ensure its functioning and development as a complete process [22]. The elements of

OSM are individual employees, services and other links of the management apparatus. Relationships between elements of the OSM are supported by communications, which can be divided into a horizontal and a vertical. The horizontal communication is characterised coordination and usually it is one-levelled. The vertical communication such as subordination is needed for the control hierarchy, with the condition if there are several levels of control. The communications in OSM can be linear and functional. The linear links represent the movement of managerial decisions and information. The functional connections are used to distribute the decisions and information to different functional departments. [24].

Some western experts consider actions of Ukrainian industrial managers as "management under fire" [24]. Also it should be noted that absence of methodological developments on OSM improvement is one of the topical problem that makes management process is more complicated. When one designs OSM and organizational innovations, such a methodological approach which allows adaptation and self-organization of production management systems should be used. In native and foreign works there are a number of weaknesses in present papers on this topic:

- Few number of working on creating general principles of solving structuring problems and methodological approaches of OSM formation.
- The absence of needed amount of previous experience generalization at innovation practice at industrial enterprises. [14,23,24].

It is well-known fact that there are several types of OSM: linear structure, functional structure, divisional structure and a blend of the two, called matrix structure. They all are based on specific principles (table 1). Opposite types of organizational structures may create different types of combined organizational structures, which in some way justifies the use in practice of various forms of logistic organizational management structures, among which the basic ones are:

- logistics in the functional structure of the organization;
- logistics in the divisional structure of the organization;
- Logistics in the matrix structure of the organization [22].

Logistics in the functional structure can be a determining functional unit that implements a clear set of tasks, or a subdivision which is subordinated to another functional unit.

We will analyse the type of OSM with the logistics functions that exist in the scientific literature.

Table 1 – The logistics formation principles

The logistics management principles	The organizational structure formation principles
Time orientation	Fast production and information transfer; Limits of decision making phases; Matching goals related to time and their implementation.
Market orientation	Adaptation of OSM to the chosen strategy; Differentiating activities by customer groups; Formation of organizational management structures in relation to the content of activities; Adaptation of OSM to environment changes.
Integration orientation (complex approach)	Integration of moving materials and information; Integration of the main functions; Holistic responsibility for the order.
Moving orientation	Management on the principle of continuity; Decentralization of management functions; Centralization of strategic functions; Synchronization of logistic processes; Ensuring the speed of information transfer.

Source [24]

Organizational management structure is a multilateral concept, which primarily includes a system of goals and their distribution among different links, since the management mechanism must be oriented towards the achievement of goals. In developing the principles and methods of designing management structures, it is important to move away from representing the structure as a frozen set of bodies that meet each specialized management function. Important elements of the governance structure are communications, information flows and document management in an organization. Thus, the organizational structure is a behavioural system, it is people and their groups that constantly enter into different relationships for solving common problems.

Principles are universal laws that help to avoid errors in the work, which are formed due to the regularity and repetition of their occurrence. They are based on all methodologies and approaches, therefore, the following ones can be distinguished:

1. Principle of purpose unity.
2. Principle of the functions primacy and secondary structure.

3. The principle of the units' functional isolation of the management apparatus.

4. The principle of organizational structure simplicity.

5. The principle of unified command, which consists in the fact that the employee must receive orders from only one superior

6. The determination of the management optimal rate The rate of manageability is determined by the work nature of the manager and his relations with subordinates. The number of subordinates should be lower at higher levels of management and higher at lower levels.

7. Establishing the optimal ratio of centralized and decentralized forms of management which determined by the size of the enterprise, the projects scale, the work homogeneity, the managers' philosophy at the strategic level, the functional sphere of activity, etc.

The formulated principles of constructing organizational management structures are interrelated and interdependent. Each of them has an its own value, but only their joint use provides a comprehensive character of the design of organizational structures of production management [19].

There are three main approaches to building or improving the existing organizational structure of management:

1. System approach;

2. The approach based on business processes;

3. Structured-oriented approach.

The identification and analysis of the emergence of problems of both the construction and development of the organization are becoming more important in present day situation. The system approach, attaching importance to the scientifically based definition of management functions and quantity requirements as part of the overall process of forming an organizational and managerial structure, guides researchers and developers to the general principles of designing organizations. First of all, the system approach involves the initial definition of the system goals organization, which determine the structure of tasks and the maintenance of functions of the control apparatus.

Regarding the system principles implementation for the formation of the internal structure of the management apparatus, it should be taken into account that the organizational structure is a complex characteristic of the management system. In a single system different methods of forming organizational structures must be considered, many of which have emerged only in recent years. These methods have a different nature, each of them separately does not allow to solve all the practical problems of constructing

the organizational structure of the management apparatus and should be used in organic combination with others.

The design of organizational management structures is based on the use of such basic complementary methods: analogies; expert-analytical; structuring goals; organizational modelling [15].

The features of the system approach are:

- clear goals definition and establishment of their hierarchy;

- achieving the best results at the lowest cost by using comparative analysis tools and choosing ways to achieve the goals;

- wide comprehensive assessment of all possible outcomes of activity using quantitative interpretation of objectives, defining methods and means of achieving them [17].

The structural analysis is called the research method of a system, which begins with a general overview of it and then is detailed, gaining a hierarchical structure with an increasing number of levels. Usually such methods:

1) divide the level of abstraction with a limitation of the number of elements at each level (usually from 3 to 7, with the upper limit corresponds to the ability of the human brain to perceive a certain number of interconnected objects, and the bottom is chosen for reasons of common sense);

2) limit context that includes only important parts at each level;

3) use of strict formal rules of record;

4) consistently approximate to the final result.

Methods of structural analysis can overcome the complexity of large systems by dismembering them into pieces ("Black boxes") and the hierarchical organization of these "black boxes". This is the first principle of structural analysis. The advantage of using "black boxes" is that their user does not need to know how they work – only their inputs and outputs, as well as their purpose (that is, the function they perform), need to be known [18].

In recent years there has been an active reorganization of management structures both in large industrial complexes and in medium-sized organizations. The most important factors that determine such a reorganization are:

-innovative processes activation in various areas of production and market activity;

-entrepreneurship development, which involves the constructive use of creative initiative of members of collective enterprises and organizations;

- information technologies introduction that change the management process;

- competition efforts [17].

Today it is expedient to use four basic methods in forming the organizational structures:

1. the analogy method is used in developing typical management structures for enterprises operating in similar conditions;

2. expert method is based on the study of the enterprise, its most significant features identification, bottlenecks in the production and the recommendations development based on the experts' views and on the synthesis of best practices in the field results;

3. the method of structuring purposes, based on the development of the system goals of the enterprise and its further combination with the structure developed. Thus, the structure is based on a systematic approach, analysis and justification of options for its construction and functioning;

4. method of organizational modelling, within the framework of which the development of formalized mathematical, graphical and machine descriptions of the distribution of powers and responsibilities in the enterprise, so that based on clearly defined criteria to assess the degree of rationality of various variants of organizational decisions [18].

The purpose of the reorganization of the organizational structure of CJSC Odesaconditer is to develop a new organizational structure based on the principles of logistics. Certain deviations from the normative values, which create a number of systematic mistakes in the work of the organization, were detected in the analysis. Based on the method of structural analysis we can develop a new organizational structure.

The logistics organization at the enterprise can be compared with the circulatory system in the human body because it plays a key role in providing the organization with all the resources which are necessary for its existence. In the narrow sense it can be transportation, warehousing and in philosophical viewpoint as the logistic concept of management. Therefore, the choice of the correct logistics organization at such a large industrial enterprise as CJSC Odesaconditer is an important task for the existence and harmonious development for competitive position in the confectionery market.

It is obvious that combined structures can be implemented among the "polar" types of organizational structures, and this in some way justifies the use of various forms of logistics organization in practice, among which the basic ones are: Logistics in the functional structure of the organization;

Logistics in the divisional structure of the organization; Logistics in the matrix structure of the organization [55].

Logistics in the matrix structure allows you to integrate individual employees, groups, organizational units and companies into one project team. It is a very flexible organizational tool for small mixed project teams, as well as for hundreds and thousands of co-workers, groups, divisions, organizations and companies in large projects. However, it is not suitable for enterprises of this type because this structure can be uncertain [21]. However, logistics in the functional structure of the organization can be presented as the main functional unit that performs a set of tasks, or a subdivision subordinate to another main functional department, for example, marketing [20].

Functional structure take place when there is a division of labour and specialization. Advantages: it allows management to focus on strategic issues; create conditions for achieving high efficiency at the expense of specialization. Disadvantages: it leads to a functional conflict; complicate coordination between functions; Reduce opportunities for managers who manage strategic management [24].Organization of logistics in the functional structure and in the divisional structure belongs to the generalized group of formal organizational structures. When logistics is not shown in structure clearly, but in the form of a program, such organization of logistics belongs to informal organizational structures. The intermediate position between formal and informal structures is occupied by so-called semiformal organizational structures, primarily characterized by matrix organizational structures [20].

The division exists in those organizations, which allocate separate structural divisions, endowed with great powers.Advantages: it provides transfer of rights at the offices of the organization, which contributes to increasing the flexibility and adaptability of the organization to the environment; dismiss the leadership from solving current issues and make it possible to deal only with strategic issues; the organization establishes at a lower level the dependence of the financial state of the units on the results of their operation; creates conditions for the formation of managers in the organization of strategic management.

Disadvantages: There is a possibility of the emergence of strategically incompatible individual units of the organization; difficulties in distributing common resources for organization between separate departments of the organization [14].

2. Analysis of the confectionery market in the world and Ukraine

The confectionery industry is a group of huge companies around the world that produce various types of chocolate, chewing gum and candy, as well as other cocoa products. The five leaders in the confectionery market are Mars Incorporated, Nestle SA, The Ferrero Group, Cadbury and Mondelez International. The success of the market has been achieved by those companies that have been operating on the market for more than one century, have a "goodwill", a large number of brands known throughout the world. In addition, some companies prefer not to concentrate only in one specific market of confectionery, but sell food, beverages, animal feeds. This is an additional factor in the competitive advantage of the aforementioned companies in a context of intense competition. The main trends on the market are the introduction of new products.

Confectionery market of Ukraine is highly competitive and replete. Most of the products are produced and sold by 5-1-confectionery companies.

Before the global economic crisis, 28 specialized enterprises which share was about 60% and about 800 small and medium-sized enterprises of the local food industry (38.3%) carried out the production of confectionery products in Ukraine. The leaders in the production were: Confectionary Corporation Roshen (21.7%), AVK (11.0%), CJSC VO KONTI (13.9%), Biscuit Chocolate Corporation (5 , 5%), CJSC Zhytomyrsky Lasoschi (5.0%), OJSC Poltavakonditer (4.6%) [1].

The main players in the Ukrainian confectionery market are Confectionery Corporation ROSHEN, Konti Company, AVK Company, Biscuit-Chocolate Corporation, Zhytomyr Confectionary Factory ZL, Nestle Company, Craft Foods Company, PJSC PoltavaKonditter ", Confectionery factory" Lagoda "and CJSC" OdessaKonditer "[2].

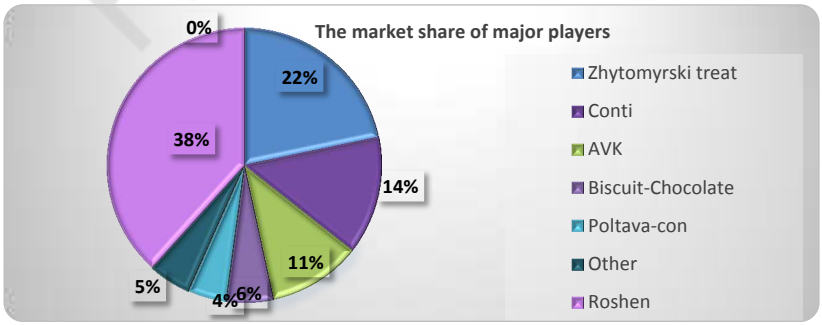


Fig. 1. Market share of major players in 2013-2014, %

The largest output reduction was observed in Lviv (by 22.5%), Poltava (by 26.4%). But in Odessa the issue increased by 5.5%, Vinnytsa – by 27.4%, and the Kharkiv confectionery factory – by 11.4%. This indicates significant reserves in the confectionery industry [3]. The share of confectionery in the Ukrainian food industry market, according to some data for 2013 was about 15%, while the leader in this segment was the production of flour products [4]. In the crisis period, 2013-2014, and the first half of 2015, it has been difficult situation in the confectionery industry. The segment of sugar confectionery products showed the greatest decline in 2013 – by 10.8% compared to 2012 and amounted to 196.8 ths. Tons. The production of chocolate products in 2013 decreased by 5% compared to 2012 and in the natural the terms amounted to 327.6 thousand tons. A slight decrease was registered in the segment of flour confectionery products by 0.1% and reached 384.4 thousand tons in 2013.

In the first quarter of 2015, the Ukrainian confectionery market faces a number of interconnected issues. In the first place, there was a new wave of devaluation. In March 2015, the hryvnia rate dropped by 47.0% compared to the rate fixed for December 2014 – UAH 22.98. for $ 1 against 15.63 UAH. for $ 1 (exchange rate on the interbank market). In the result in 2014 devaluation was more than 50%.

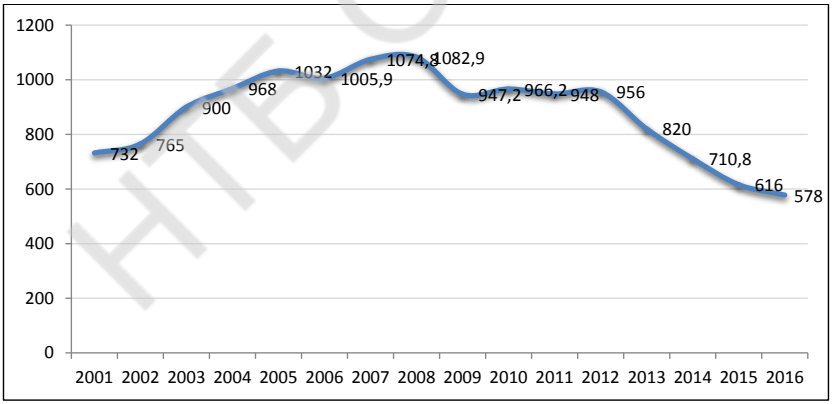


Fig.2 The production value of confectionery industry in Ukraine in 2001-2016, ths. tonnes

The Ukrainian confectionery industry is dependent on exports, therefore the introduction of trade restrictions by the countries of the Customs Union negatively affects its dynamics and determines the search for new

markets. Ukrainian manufacturers are also under high political pressure, so that is why in August 2013 the import of ROSHEN products into the territory of the Russian Federation was prohibited. At the same time, Ukraine has signed an agreement with the EU, according to which the customs tariffs of the European Union for Ukrainian products are significantly reduced, it gives an opportunity to open new wide field for the development for domestic companies [8].

TOP-10 exporters of sugar confectionery without cocoa content in September 2016/2017 MR has the following form (Table 2).

Table 2 – TOP-10 exporters of sugar confectionery without cocoa content in September 2016/2017

The company title	Ths. Tonnes	Ths. dollars
Dniprovski Lasoschi	2,93	4302,22
Plus-Rozpodilchyy Center	2,11	2818,33
DPF, TD	0,31	314,65
Tri Star	0,25	278,32
Harkivska Biskvitna Fabryka	0,13	162,76
AVK	0,08	110,75
Ekotechnika	0,08	81,25
Petrol-park	0,07	112,97
Agroproduct	0,06	56,52
Merkuryy	0,05	131,20

Another important point is that the middle class of the Ukrainian confectionery market, such as Malby Fuchs (TM Millenium), Poltavakonditer and others, are becoming increasingly active in new markets. They are actively modernizing production, introducing new technologies and looking for new markets. Thus, "Biscuit-Chocolate" in the first half of 2016 increased exports in real terms by a third. The largest activity in the purchase of confectionery products was shown by the countries of the Middle East, increasing their volumes by 2.5 times compared to the first half of 2015. The second most active was the Chinese market (+ 26%), which is now experiencing a boom in consumption, including food and confectionery. Sales to EU countries increased by 13%.

3. The analysis of the activity of CJSC Odesaconditer

3.1 Financial and economic analysis of the activity of CJSC Odesaconditer

CJSC Odesaconditer is one of the oldest enterprises in Ukraine. In 1820, a small private enterprise was created in Odessa, a trading house "Brothers Karkhmalnikovy" – the first confectionery factory in the south of the country. The main financial and economic indicators of CJSC Odesaconditer for 2012-2013 are presented in Table 2.

There was a decrease in net realizable sales (16,98%) and an increase in the cost price of sold products (14,29%). But a significant increase in administrative expenses by UAH 1536 thousand. or 12.15% had negative influence on Odesaconditer activity. The growth rate of the main operating activity financial result decreased in 2013 compared to 2012. on 3587 thousand UAH or 0.41%.

The financial result from ordinary activities before taxation in the reporting year decreased due to the financial result of the main operating activity, which amount was 3592 thousand UAH. (40.98%), but its decrease was influenced by the financial result from another activity whose value was 5 thousand UAH. (100%).

Compared to 2012 in 2013 the company increased its output by 3796 thousand UAH. or 26.71%. In current prices there was an increase in 78428 thousand UAH. or by 27.88%, and in compared wholesale prices this number was 75893 thousand UAH. or 26.74%. Gross profit in 2013 was 5,553 ths. UAH, which is 5834 thousand UAH. or 49.92% below than this indicator in 2012.

Table 2 – The main financial and economic indicators of Odessaconditer activity for 2012-2013

Indexes	2012	2013	Deviation	
			Abs.	%
1. The volume of production in natural terms, t	14213	18009	3796	26,71
2. The volume of production excluding VAT and excise duty, ths. UAH				
- in current wholesale prices	281299	359727	78428	27,88
- in comparable wholesale prices	283834	359727	75893	26,74
3. Average wholesale price per 1 ton of products, ths. UAH.	19,79	19,97	0,18	0,91
4. Net income from products sales, ths. UAH.	154522	128281	-26241	-16,98

5. Cost of sold products, ths. UAH	142835	122428	20407	14,29
6. Administrative expenses, ths. UAH	12640	11104	1536	12,15
7. Sales expenses, thousand UAH.	5554	5154	-400	-7,20
8. Gross profit, ths. UAH	11687	5853	-5834	-49,92
9. Total cost of sold products, ths. UAH	161029	138686	-22343	-13,88
10. Costs of 1 UAH sold products, UAH	1,11	1,12	0,01	0,90
11. Financial result from ordinary activities before taxation, ths. UAH, including:	-8760	-12347	-3587	-0,41
13. Income tax, ths. UAH	189	-27	162	85,71
14. Net profit, ths. UAH	-8760	-12374	-3614	-41,26
15. Cost of used material resources, ths. UAH	117323	96058	-21265	-18,13
16. Material return, UAH	0,42	0,27	-0,15	-0,36
17. Material Consistency of Products, UAH	2,40	3,74	1,34	0,56
18. Average number of personnel of the main activity, persons	870	750	-120	-13,79
19. Labour productivity of one operating personnel of the main activity, UAH.	323,33	479,64	156,31	48,34
20. The main activity personnel's fund of salary, ths. UAH	26967,40	25655,70	-1311,70	-4,86
21. Average annual salary per worker of the main activity, UAH.	30997,	34207,6	3210,6	10,36
22. Average annual cost of fixed assets, ths. UAH	90092	90335,5	243,5	0,27
23. Average annual cost of working capital, ths. UAH	65013,5	57958,5	-7055	-0,11
24. Return on assets, UAH	1,08	1,05	-0,03	-2,7
25. Turnover rate of working capital	2,54	2,33	-0,21	-8,27
26. Cost-effectiveness of production,%	12,22	20,92	8,7	x
27. Profitability,%	-0,10	-0,14	-0,04	x
28. Average annual receivables, thousand UAH	32266	24802,5	-7463,5	-23,13
29. Average annual amount of accounts payable, ths. UAH	10558,0	11414,5	856,5	8,11
30. Liquidity index at the end of the year:				
- current liquidity index	2,88	2,41	-0,47	x
- quick liquidity index	1.33	1,44	0,11	x
- absolute liquidity index	0,22	0,10	-0,12	x

NTB ONAT

3.2 The analysis of the operating management structure at CJSC "Odessakondter"

The organizational structure of CJSC Odesaconditer is linearly functional. It has four levels of subordination and 10 chains of information transmission. Linear-functional organizational structure of management is based on the division of powers and responsibilities on management functions. Line managers are directly influencing the responsible employees. The managers interact with the functional units to solve managerial problems. The organization's hierarchy of management at this enterprise helps to focus on the specifics of the functional units and integrate the goals of their managers to achieve maximum efficiency. The large size of the organization predetermines certain features of its formation. Let's analyse the conformity of the today state of the management at the enterprise to the normative values in Table 3.

Table 3 – The conformity analysis of the management level to the regulatory value

Manager	Object of management	Norm	CJSC Odessa-konditer	
			The number of managerial units	
			factual	deviation
Chairman of the board	All the units	9	8	1
HR manager	Social sphere	–	9	-9
Quality manager	Main Proceeding	–	0	0
Supply chain manager	Supply and Sale sphere	–	5	–
Chief engineer	Main and Ancillary Production	6	1	–
Chief accountant	Bookkeeping	6	3	3
Head of planning and production department	Planning and Production Department	1	1	–
Head of technical department	Technical Department	1	9	-8
Head of production and technical laboratory	Production and Technical Laboratory	5	0	5
Head of production and technical department	Main Production	13	10	3
Chief power engineer	Energy Service	1	3	–
Chief mechanic	Repair Service	–	1	–

It is clear from the table that there are deviations from the normative values, so the organizational structure needs some improvement. Next, we will determine whether all specific management functions are carried out at the enterprises in an appropriate amount.

3.2 The proposition and evaluation of reorganization management structure

In the current organizational structure, the production department is at the same level as other administrative departments. They should be given more attention because they are the main reason of the enterprise's existence. The products produced at the factory are varied, so it makes sense to separate production department into an independent division, giving them a certain degree of autonomy and controlling only the key points for strategic development. This will deepen the work specialization in each direction and maximize the work productivity of each employee involved in production process due to the narrow direction of his/her responsibilities. Thus, the structure of the production division may have fallowing look:

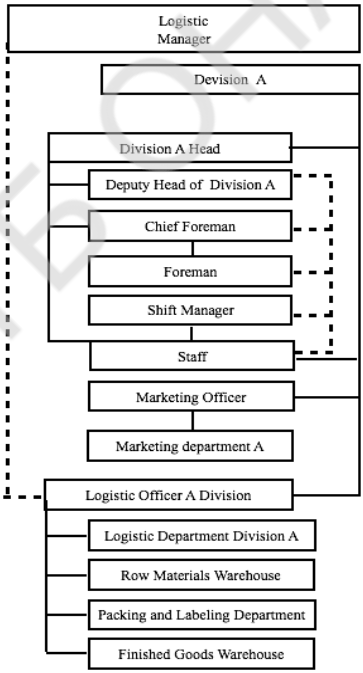


Fig. 3 The production division's organization structure of management at confectionery industry

Management in confectionery shops is carried out by certain kind of administration: the head of the shop and his deputy. The head of the shop organizes and controls the work of the brigadier, define range of products, share raw materials between teams and controls the process of confectionery production. The head of the shop has fallowing duties:

1. Managing the production and economic activity of the shop (sector).

2. Creating tasks and organising rhythmic output of high quality products.

3. Carrying out work on organizational improvement in production process, its technology, mechanization and automation at production lines, prevention of shortage and improvement of product quality, saving of all kinds of resources.

4. Organizing short-time-planning, accounting and preparation and timely submission of reports on the production activities at the workshop (section); he should use new forms of management to improve labour standards.

5. Providing technically correct use of equipment and other fixed assets and execution of schedules for their repair, safe and healthy working conditions, as well as timely provision of working privileges under labour conditions.

6. Coordinating the work of masters and craft services.

7. Supervising the compliance of employees with the rules and norms of labour protection and safety, industrial and labour discipline, rules of internal labour regulations.

8. Introduces proposals for encouragement of employees, imposition of disciplinary penalties on violators of industrial and labour discipline, application of measures of material influence if necessary.

9. Organizes work for the improvement of the skills of workers and employees of the shop, conducts educational work in the team [63].

One of the peculiarities of confectionery products production and marketing is that it is not an essential product, and in the current situation which we have in Ukraine, the market is constantly changing. CJSC "Odessaconditer" conducts active foreign economic activity. The laws of customs and export regulation are regularly amended and corrected. For a detailed study of such changes, it makes sence to create a marketing department in each division, so research and changes in the structure and features of the market. Narrow orientation will allow to focus on a particular direction. The logistics department, as noted above in this work as a

vital supply source for any manufacturing enterprise is a key factor in success in today's market conditions. If logistic thinking is used at every step of production, the maximum possible economic result can be achieved. Therefore, it makes sense to introduce logistics in each division.

The variety and unevenness of consumption of each of the raw materials and large-scale production of JSC "Odessaconditer" without the proper organization of logistic functions is a weak point of the whole factory. Allocation of logistic functions at the production level will help to avoid the problem with supply failures and specify the quantity of orders.Finished products after the end of the production cycle must be packed and marked with certain labels and may be stored at the division division for a certain time, and then redirected to the central warehouse of the centralized logistics department.

The effectiveness evaluation system is a complex assessment that includes a certain list of requirements that may have a certain quantitative expression. Before developing the the new organizational structure, it is needed to determine the list of indicators which will reflect the main characteristics of the organizational structure of management.

Problem definition and the purpose of the transformation provide an opportunity to define clearly the parameters for developing the effectiveness evaluation system of the organizational structure based on the principles of logistics.It is highly important to determinate the optimal number of employees at departments, services, and other structural subdivisions, keeping in mind the functional stability of the organizational structure.The employees number optimization in departments, services and other structural subdivisions of the enterprise is very topical issue and generally increases the efficiency of the organizational structure of management. The practice of solving such problems allows to recommend the normative method.In this case the number of top managers is calculated according to the formula:

$$K_{t.m.} = 1 + N_d \ ,$$

N_d – the amount of departments in organisational structure.

Before reorganization: $K_{t.m.} = 1 + 19 = 20$

The leaders of the first link include:1. Chairman of the Board; 2. Technical manager; 3. Quality management; 4. Personnel manager; 5. Chief of Security Services; 6. Chief accountant; 7. Head of Production and Technology Department; 8. Chief technologist; 9. Head of technical control department; 10. Head of Sales department; 11. Head of Marketing

department; 12. Head of Planning and economic department; 13. Head of Department of Packaging and Labelling Materials; 14. Legal Counsel; 15. Office; 16. Head of the Department of Foreign Economic Relations; 17. Engineer for safety and occupational safety; 18. Chief of Public Security Staff; 19. Composition of finished products.

$$K_{t.m.}= 1+8=9.$$

After reorganization:The leaders of the first link include:1. Chairman of the Board;2. Technical Director;3. Logistics chief manager; 4. Personnel manager; 5. Chief accountant; 6. Legal Counsel; 7. Office; 8. Head of the Department of Foreign Economic Relations. Thus, in order to run this organization now it is needed 19 people, and in the proposed idea 8.At this stage we need to determine the number of people in each department which provides the organization with human resource in optimal amount. The analysis of enterprises of confectionery activity has shown following functional units' proportions:30% – logistics functions (search of suppliers, carriers, expedition, control, warehouse management, including stocks);40% – production functions (shops work);15% – marketing functions;8% – economic and financial transactions;7% – general management. The average annual number of employees is approximately 708 people. By dividing this amount, we will determine the number of workers required to meet the labour needs in each department. The results of calculation are given in Table 4.

Now we can determine the effectiveness of the new organizational structure. The effectiveness evaluationof OSM on the principles of logistics is proposed using indicators which are given in Table 5.

Table 4 – The required number of employees in divisions

Index	Formula	Odessakonditer OSM before reorganization	Odessakonditer OSM after reorganization
1	2	3	4
Top managers number, $K_{t.m.}$, people	$K_{t.m.} = 1 + N_d$, N_d – the amount of departments in organisational structure.	$K_{t.m.} = 1 + 19 = 20$	$K_{t.m.} = 1 + 8 = 9$

1	2	3	4
The required number of employees in functional divisions, including employees new logistics department	$N_e = d_i \times N_o$, N_o – The average annual number of employees. d_i – functional proportion.	Logistics functions: N_e = 130; Production functions: N_e = 426; Marketing functions: N_e = 36; Economic and financial transactions: N_e = 64; General management: N_e = 52, including 19 top managers.	Logistics functions: N_e = 708*0,3= 212 Production functions: N_e = 708*0,4=283 Marketing functions: N_e = 708*0,15=106 Economic and financial transactions: N_e = 708*0,08=57 General management: N_e = 708*0,07=50, including 9 top managers.

Table 5 – The formulas of effectiveness evaluation of OSM on the principles of logistics

Index	Formula	Meaning	
Structural index of centralization	$K_{sc} = \frac{N_{FU}}{N_{TFU}}$	N_{FU} N_{TFU}	Structural index of centralization
Volumetric index of centralization	$K_{vc} = \frac{V_C}{V_T}$	V_C V_T	Volumetric index of centralization
Centralization coefficient of management	$K_{ms} = \frac{N_C}{N_T}$	N_C N_T	Centralization coefficient of management
Level of specialization	$L_s = \frac{N_{EFU}}{N_{FU}}$	N_{EFU} N_{FU}	Level of specialization
Compliance ratio	$K_{cr} = \frac{A_I}{A_N}$	A_I A_N	Compliance ratio
The complexity of the organizational structure	$K_{cOS} = \frac{A_V}{A_T}$	A_V A_T	The complexity of the organizational structure

Using this formulas, one finds the effectiveness evaluationof OSM in numerical expression:

1. Structural index of centralization
Before reorganization: = 18:54 = 0.33
After reorganization: = 8: 54 = 0, 15
2. Volumetric index of centralization
Before reorganization: = 18: 72 = 0.25
After reorganization: 8: 62 = 0.13
3. Centralization coefficient of management
Before reorganization: = 20: 72 = 0.16
After reorganization: = 9:62 = 0.15
4. Level of specialization
Before reorganization: = 50: 72 = 0.69
After reorganization: = 52: 62 = 0.84
5. Compliance ratio
Before reorganization: = 9: 7 = 1.29
After reorganization: = 6: 7 = 0.86
6. The complexity of the organizational structure
Before reorganization: = 72:708 = 0.10
After reorganization: = 62:708 = 0.09
In table 6 the results will be compared

Table 6 – The comparison of effectiveness evaluation of OSM on the principles of logistics before and after the reorganization

Index	Range of metric values	Before the reorganization	After the reorganization
Structural index of centralization	$0 \le K_{sc} \le 1$	0,33	0,15
Volumetric index of centralization	$0 \le K_{vc} \le 1$	0,25	0,13
Centralization coefficient of management	$0 \le K_{ms} \le 1$	0,16	0,15
Level of specialization	$0 \le L_s \le 1$	0,69	0,84
Compliance ratio	$0 \le K_{cr} > 1$, $K_{cr} \approx 1$	1,29	0,86
The complexity of the organizational structure	$0 \le K_{cos} > 1$, $K_{cos} \approx 1$	0,10	0,09

Based on the principles and laws of building organizational structures, it was projected and proposed a new organizational structure of management for CJSC Odesaconditer. The fundamental difference from the old is allocated logistics functions as a separate functional unit now logistics is reflected on the operational, business and corporate levels.

The wide assortment range allowed us to allocate production workshops to separate divisions, which receive tasks from the centralized management body of the whole enterprise. As can be seen from the calculations The index of centralization of work has decreased by about twice. It was the effect that was set for the purpose. At the same time, the level of specialization has increased, which can also be characterized positively. The narrow orientation of specialists will allow to focus on researching and working in a particular segment of industry, which prevents the adoption of false decisions.

At the same time, the average number of subordinates to one manager in the current management structure of CJSC Odesaconditer exceeds the normative value, it means that some managers are overloaded.

Conclusions

Today, the classic methods of management lose their relevance. Modern scientists are looking for alternative methods and approaches to replace them. Logistics management, as the approach of materials and resources rational use, can become one of the possible directions for scientific development. In market environment, resource minimization gives competition benefits in production costs and price policy which leads to stronger competitive positions on the market.

In this work was done a theoretical and methodological analysis of the principles of forming a management structure. For a better understanding of surrounding environment, the analysis of confectionery market and financial condition of CJSC "Odesskonditer" were made. Also it was done the diagnostics of the current management structure and found weaknesses. As the result, a new organizational structure of management was developed and proposed to protect organization from fluctuations in political and economic environments and arise competitiveness in market relations. The effectiveness evaluation of OSM on the principles of logistics has shown relevance and acceptability of this project and it can be recommended for real confectionery.

The analysis of the confectionery market emphasis that there are some negative tendencies which dramatically reduce production volumes and

profits from sales due to the political and economic crisis in Ukraine. The closure of the Russian market and devaluation of the UAH became the main impacts to Ukrainian confectioners including JSC Odesaconditer like one of the representatives.

The main invisible lever that can protect an organization from constant market fluctuations is an organizational structure that acts as a kind of buffer. Models of organizational structures are rarely implemented in their pure form to avoid the disadvantages of a particular model. For large organizations such as CJSC Odesaconditer, real estate structures and its inability to respond to changes in the environment in a timely manner can be this kind of disadvantage. Linear-functional organizational structure of management has a developed hierarchical apparatus, and that is why it causes lack of sufficient flexibility. The solution to this problem may be the use of an organizational management structure with decentralized divisions and centralized logistics, whose divisions receive a certain independence in decision making. The corporative strategic development is formed above the hierarchical pyramid, but the availability of administrative, marketing, logistic and production divisions in each individual division provide timely reaction to changes in a particular segment of the market, informing the top-level management about this.

The indicators calculations confirmed the effectiveness of the new organizational structure.

References

1. Official site of the closed joint-stock company "Odessaconditer" [Electronic resource]. – Mode of access: http://odessalux.com/en

2. The official site of the Association "Ukrkondprom" [Electronic resource]. – Mode of access: http://ukrkondprom.com.ua/.

3. State Committee of Statistics [Electronic resource]. – Mode of access: www.ukrstat.gov.ua.

4. Archives of scientific publications [Electronic source]. - Access mode: http://www.rusnauka.com/2_KAND_2012/Economics/3_99029.doc.htm.

5. Ryasna T.V. Not "Roshen" alone / AgroNwes - [Electronic resource]. – Access mode: http://agronews.ua/node/71488.

6. The site of the state support of Ukrainian exports. Electronic resource]. – Mode of access: http://www.ukrexport.gov.ua.

7. Marahovsky D. Market price for confectionery products D. Marahovsky // Business. – 2008. – No 39.

8. Galushko O.S. Trends in the development of the confectionery market and the peculiarities of transformations in the system of values of its participants: a scientific publication / [O.S.Galushko] // Current problems of the economy. – 2012. – No 8

9. Marahovsky D. Market price for confectionery products / D. Marahovsky // Business. – 2008. – No 39.

10. Legal Information Center "Profi" [Electronic resource]. – Access mode: http://www.jurist-center.ru/1516.html.

11. Current situation and trends of the confectionery industry / Shestak O.V. // Bulletin of the NTU "KhPI". Series: Actual Problems of Ukrainian Society Development. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2013. – № 6 (980). – P. 132-137. Bibliographer: 15 titles.

12. Data: "TOP-100 rating of the largest companies". Author: Oksana Pyrozhok: [Electronic resource]. – Access mode: https://delo.ua/business/rejting-top-100-krupnejshie-konditerskie-kompanii-245226/.

13. Savenko I.I., Sedikova I.O. Organizational and economic mechanism of functioning of enterprises of the grain subcomplex: [monograph] – Odessa: Polygraph, 2012. – 175 p.

14. Library of Ukrainian textbooks [Electronic resource]. – Mode of access: http://westudents.com.ua/glavy/18856-62-metodologchn-pdhodi-do-formuvannya-organzatsyno-strukturi-upravlnnya.html

15. Educational materials for students [Electronic resource]. – Access mode: https://studme.com.ua/.

16. Educational materials for students [Electronic resource]. – Access mode: http://um.co.ua/3/3-5/3-507.html.

17. Educational materials online [Electronic resource]. – Mode of access: http://pidruchniki.com/15660212/ekonomika/regionalniy_tip_organatsiynoyi_strukturi_upravlinnya_pidpriyemstvom.

18. Sedikova IO Innovative methods of management of enterprises of the grain-product subcomplex International sciences Business-Inform magazine. – Kharkiv, 2013. – No. 1 (420). – P. 114-117

STYLES AND METHODS OF LEADERSHIP AND THEIR IMPACT ON ORGANIZATIONAL BEHAVIOR OF EMPLOYEES (ON THE EXAMPLE OF JSC "GLZ" CENTROLIT ")

Author – Garelenko A.
Supervisor – Drahun M.
Gomel State Technical University them. P.O. Sukho

The objective of the study was to identify styles and methods of leadership which are used by JSC "GLZ Centrolit", as well as their impact on organizational behavior of employees. For this purpose, we conducted a survey of employees in the marketing, financial, economic and accounting departments. As a result, it was found that (1) the most commonly used collegial style of leadership in these departments; (2) there is a low level of job satisfaction due to excessive control and the suppression of employees' initiative, as well as reducing the motivation to work due to lack of career prospects. On the basis of the available data it has been proposed some measures aimed at adjustment of Styles and methods of leadership of the heads of departments of JSC "GLZ Centrolit".

СТИЛИ И МЕТОДЫ РУКОВОДСТВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ СОТРУДНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ»)

Автор – Гареленко А. А.
Руководитель – Драгун Н. П.
Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

Введение

Любая организация представляет собой сложную систему и достижение максимальной эффективности её деятельности возможно лишь при условии профессионально «правильно» избранного пути руководства персоналом, так как люди являются неотъемлемой частью любой организации. Поэтому для улучшения положения

предприятия важным направлением является изучение стилей управления и их применение.

Предмет исследования – стили и методы руководства и их влияние на организационное поведение сотрудников.

В качестве объекта исследования было выбрано предприятие ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ». Данное предприятие является крупнейшим предприятием Беларуси, специализирующемся на производстве литых изделий из серого и высокопрочного чугуна. Его возможности позволяют удовлетворить потребность в чугунном литье практически любое предприятие машиностроения, автомобилестроения, станкостроения, а также транспорта, связи и др., что в свою очередь является крупным вкладом в формирование бюджета страны.

Цель работы – разработка мероприятий по применению стилей и методов руководства и их влияния на организационное поведение сотрудников.

Из данной цели можно выделить основные задачи данного исследования:

– провести анализ стилей и методов руководства и их влияния на организационное поведение сотрудников в ОАО «ГЛЗ «Центролит»;

– провести исследование факторов, оказывающих влияние на эффективность организационного поведения сотрудников отечественных промышленных предприятий на примере ОАО «ГЛЗ «Центролит»;

– разработать мероприятия по применению стилей и методов руководства и их влияния на организационное поведение сотрудников.

Для сбора необходимой информации использовался метод анкетирования, который проводился среди сотрудников административно-управленческого персонала.

1. Анализ стилей и методов руководства и их влияния на организационное поведение сотрудников ОАО «ГЛЗ «Центролит»

1.1. Методика проведения анализа

1. Для определения стиля управления на предприятии ОАО «ГЛЗ «Центролит» проводилось тестирование с помощью методики определения стиля руководства трудовым коллективом (В.П. Захарова и А.Л Журавлева). Данная методика направлена на определение стиля руководства трудовым коллективом. [6, с.88] Максимальный балл определяет основной стиль руководства: директивный, попустительский либо коллегиальный.

2. Далее проводился анализ психологического климата подразделений организации по методике О.С. Михалюк и А.Ю. Шалыто [8]. Данная методика позволяет выявить эмоциональный, поведенческий и когнитивный компоненты отношений в подразделении. Возможны следующие сочетания:

- полностью положительное, климат весьма благоприятный;
- положительное, климат в целом благоприятный;
- полностью отрицательное, климат совершенно неудовлетворительный;
- отрицательное, климат в целом неудовлетворительный;
- противоречивое, неопределенное.

3. Также был проведён анализ удовлетворенности работой сотрудниками организации. [2, с. 473]. Итоговый показатель может колебаться от 14 до 70 баллов. Если результат равен 40 баллам и более, то есть основания говорить о неудовлетворенности профессиональной деятельностью. И, напротив, если он меньше 40 баллов, можно судить об удовлетворенности работой.

1.2 Результаты анализа

В исследовании приняло участие 40 сотрудников. По окончании анкетирования респондентам предлагалось ответить на вопросы, для определения социального статуса: возраст, пол, уровень образования, а также семейный статус. В составе административно-управленческого персонала доминируют женщины 88 % и только 12 % являются мужчинами. В трёх из пяти отделов, а именно в бухгалтерии, экономическом и маркетинговом отделах женщины являются руководителями. 72 % сотрудников замужем либо женаты. Что касается образования, 61,5 % имеют высшее образование в сфере экономики, 36 % имеют среднее образование, наибольшее количество сотрудников со средним образованием находится в бухгалтерском отделе и отделе сбыта. По возрастной структуре видно, что отсутствуют работники в возрасте 20 – 24 лет, а преобладают работники в возрасте 35 – 44 лет.

После опроса по определению социального статуса подчинённым предлагалось ответь на вопросы основной анкеты для определения стиля руководства трудовым коллективом по методике Захарова – Журавлёва, вопросы которой были представлены ранее. Выявленные в ходе опроса стили представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Стили руководства в отделах

Бухгалтерский отдел	Финансовый отдел	Отдел маркетинга	Экономический отдел	Отдел сбыта
Коллегиально-директивный	Коллегиальный	Директивный	Коллегиально-попустительский	Коллегиальный

Источник: разработано автором

В бухгалтерском отделе часть сотрудников считают, что стиль руководства является директивным, а часть, что стиль – коллегиальный. Этого говорит о том, что руководитель действует в зависимости от ситуации. В повседневных ситуациях наблюдается умеренный контроль, делегирование полномочий и демократичность, однако в сложных ситуациях может прибегнуть к жёстким мерам и принимать решения самостоятельно. Мнение сотрудников финансового и экономического отделов единодушно по отношению к их руководителю, практически каждый вопрос характеризует стиль руководителя как коллегиальный. Это значит, что требовательность и контроль сочетаются с инициативным и творческим подходом к выполняемой работе и сознательным соблюдением дисциплины. Делегирует полномочия и разделяет ответственность. Демократичен в принятии решений. Большинство сотрудников отдела маркетинга придерживаются мнения, что руководитель использует директивный стиль. Этот стиль характеризуется ориентацией на собственное мнение и оценку. Стремление к власти, уверенность в себе, склонность к жесткой формальной дисциплине, большая дистанция с подчиненными, нежелание признавать свои ошибки. Игнорирование инициативы, творческой активности людей. Единоличное принятие решений. Руководитель отдела сбыта чаще всего используется коллегиальный и попустительский стили. В данном случае наблюдается снисходительность к работникам. Отсутствие требовательности и строгой дисциплины, контроля, либеральность, панибратство с подчиненными. Работникам отдела работать интересно, а в случае, если руководитель не может справиться с задачей, может обратиться за помощью к сотрудникам. Присутствует склонность перекладывать ответственность в принятии решений на других.

Далее проводится анализ психологического климата в отделах, на основе которого далее проводится исследование о влиянии удовле-

творённости на стиль управления. Можно выделить основные стороны отношения к коллективу для каждого отдела, которые представлены на рисунке 1.1.

Эмоциональный компонент выражает положительные или отрицательные переживания, возникающие у человека под влиянием индивидуально – психологических особенностей других людей. В отделе сбыта и финансовом отделе и он составляет 100 %, далее отдел маркетинга 30% и бухгалтерский отдел 20%. Этого говорит о том, что в отделах в общении преобладают положительные переживания, симпатия. В экономическом отделе значение данного параметра имеет отрицательное значение, это говорит о том, что в коллективе преобладают антипатии, неудовлетворенность, отсутствует эмоциональный отклик.

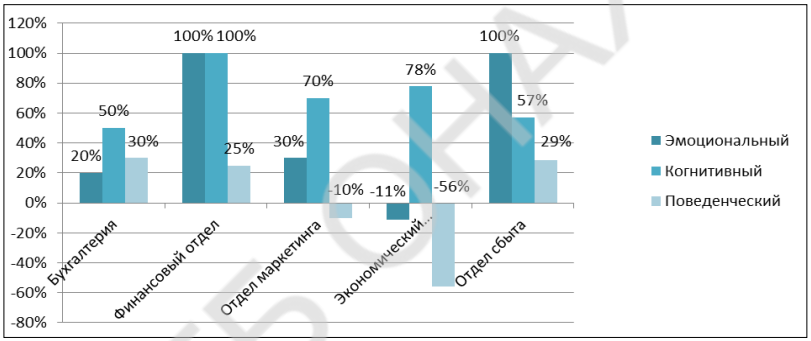


Рис. 1.1. Психологический климат подразделений организации

Источник: разработано автором

В финансовом отделе, отделе сбыта и бухгалтерии высокое значение эмоционального компонент тесно связан с поведенческим. Можно сказать, что сотрудники данных отделов принимают активное участие в жизни друг друга. Когнитивный компонент включает в себя все психические процессы: ощущения, восприятие, представление, память, мышление, воображение. Во всех отделах наблюдается довольно высокое значение когнитивного компонента, следовательно, адекватность и идентификация взаимопонимания одной личностью другой представляют собой высокий уровень, есть недопонимания, разногласия, которые не урегулированы, однако их количество незначительно. Также еще одним составляющим компонентом структуры взаимоотношений является поведенческий. Он включает в себя

невербальные средства общения и действия, выражающие отношения данного человека к другим людям, к группе в целом. В отделе маркетинга и экономическом отделе наблюдается отрицательное значение поведенческого компонента, что говорит о преобладании антипатий в отделе, так же это свидетельствует о низкой активности в жизни коллектива, безучастии. В целом в коллективе преобладают негативные взаимоотношения и острые конфликты. В итоге это может привести к текучести рабочей силы, прогулам, низкой производительности и др.

Далее проводим оценку удовлетворённости сотрудников своей работой (рис. 1.2). Анализ результатов удовлетворенности работой сотрудниками свидетельствует о том, что большинство членов коллектива в настоящий момент содержание работы не вполне удовлетворяет. Самое большое количество неудовлетворённых сотрудников приходится на отдел маркетинга, что может быть связано с отношением руководителя к подчинённым, а также множеством других факторов, таких как физические условия работы, зарплата, возможности карьерного роста и т.д. В остальных отделах сотрудников не устраивают лишь отдельные позиции, но в целом сильного неудовлетворения своей работой они не испытывают. Самое большое количество удовлетворённых сотрудников находится в финансовом отделе. Можно предположить, что это связано с положительной атмосферой в отделе, что было выявлено ранее.

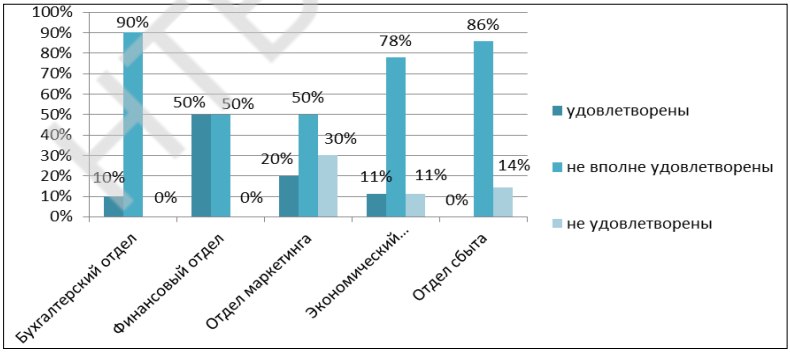


Рис. 1.2. Удовлетворённость сотрудников работой

Источник: разработано автором

В таблице 1.2 представлены общие результаты проведения опросов сотрудников ОАО «ГЛЗ «Центролит» по отделам.

Таблица 1.2 – Результаты проведения опросов

Отдел	Удовлетворённость работой	Психологический климат	Стиль управления
Бухгалтерский отдел	Не вполне удовлетворены	Противоречивый	Коллегиально-директивный
Финансовый отдел	Не вполне удовлетворены	Положительный	Коллегиальный
Отдел маркетинга	Не вполне удовлетворены	Противоречивый	Директивный
Экономический отдел	Не вполне удовлетворены	Противоречивый	Коллегиальный
Отдел сбыта	Не вполне удовлетворены	Положительный	Коллегиально-попустительский

Источник: разработано автором на основе опроса

Из приведенной таблицы можно сказать, что в каждом отделе сотрудники являются не в полной мере удовлетворёнными своей работой. Основными позициями, вызвавшими неудовольствие, являются физические условия труда, отсутствие дальнейших перспектив роста и низкая заработная плата. Относительно климата, в финансовом отделе и отделе сбыта наблюдается положительное значение. Это говорит о том, что сотрудники этих отделов имеют личные привязанности друг к другу, стараются оказывать помощь и поддержку друг другу. В остальных же отделах климат является противоречивым. Это говорит, что имеются некоторые конфликты и недопонимания. И в завершение, из таблицы можно увидеть преобладающие стили в отделах. Самый жесткий, Директивный стиль, использует руководитель отдела маркетинга, а самый мягкий, коллегиально-попустительский, руководитель отдела сбыта. Преобладающим же стилем является коллегиальный, так как он является промежуточным, и в следствие более гибким, что позволяет применять его к разным сотрудникам с максимальной эффективностью.

РГВОНАХТ

2. Анализ факторов, влияющих на стиль управления и организационное поведение сотрудников

На стиль управления любого руководителя оказывают влияние различные факторы. Рассмотрим влияние на стиль управления руководителя таких показателей как возраст, образование, пол и стаж работы (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Соотношение коэффициентов корреляции и факторов влияния

Фактор влияния	Возраст	Уровень образования	Пол	Стаж работы	Удовлетворённость работой	Психологический климат
Коэффициент Спирмена	-0,375	-0,275	0,775	-0,375	-0,425	-0,35

Источник: разработано автором

Из таблицы 3.7 видно, что самым значимым фактором из предложенных является пол руководителя. Связь данного фактора является положительной, что говорит о том, что женщины чаще отдают предпочтение наиболее авторитарному стилю по сравнению с мужчинами. Возраст, уровень образования и стаж работы хоть и слабо, но всё-таки влияют на стиль руководства. Проведя ранговый анализ между удовлетворённостью работой и стилем можно сказать, что связь слабая, следовательно, стиль руководства лишь отчасти оказывает влияние на общую удовлетворённость сотрудников работой. Коэффициент носит отрицательный характер, это значит, что при смягчении стиля и методов управления увеличивается и общая удовлетворённость сотрудников своей работой. Был также проведён анализ между стилем управления и климатом в различных подразделениях. В этом случае коэффициент составил -0,35. Такая связь является слабой, однако она оказывает влияние на климат в отделе. Так как коэффициент отрицательный, можно сказать, что чем менее жестким и требовательным является стиль руководителя, тем более благоприятным становится климат в отделе.

Для полноты оценки необходимо рассмотреть влияют ли личностные качества респондентов друг на друга, а также на их ответы, для этого рассчитаем корреляционную матрицу, в которой будет

отражаться зависимость основных характеристики респондентов и результатов их тестов (табл. 1.4)

Таблица 1.4 – Корреляционная матрица характеристик респондентов и результатов их анкетирования

Параметр	Отдел	Пол	Возраст	Семейное положение	Образование	Удовлетворённость работой	Климат
Отдел	1	-	-	-	-	-	-
Пол	-0,21916	1	-	-	-	-	-
Возраст	0,108435	-0,08971	1	-	-	-	-
Семейное положение	0,286281	0,063486	-0,27908	1	-	-	-
Образование	0,023623	-0,20924	-0,16268	-0,11955	1	-	-
Удовлетворённость работой	0,099973	0,25961	0,188581	-0,08323	-0,1581	1	-
Климат	-0,04978	-0,06299	0,02967	-0,12131	-0,10105	-0,1196	1

Источник: разработано автором

Из данной таблицы видно, что в основном характеристики респондентов очень слабо коррелируют как между собой, так и с ответами. Однако наиболее сильные связи можно выделить между отделом и семейным положением, полом и удовлетворённость работой, а также возрастом и семейным положением. Между семейным положение и отделом связь слабая и положительная, это говорит о том, что самое большое количество замужних/женатых людей находится в бухгалтерском отделе. Такая же связь присутствует у пола и удовлетворённостью работой. Связь слабая, однако, на этом основании можно говорить, что мужчины более удовлетворены работой на предприятии, чем женщины. Также имеется отрицательная и слабая связь между возрастом и семейным положением. Такая корреляция говорит, что чем человек старше, тем больше вероятность того что он женат/замужем.

Далее была рассмотрена корреляция между вопросами анкет и те, которые имели наиболее значимый коэффициент, для удобства были представлены в одной таблице (табл. 1.5)

Таблица 1.5 – Наиболее значимые факторы

Фактор	Коэффициент корреляции	Фактор
Зарплатой по сравнению с другими предприятиями	0,650	Профессиональным продвижением
Возможностями продвижения	0,614	Профессиональным продвижением
Атмосфера (1-плохая, 9-хорошая)	-0,726	Оценка коллектива (1-нравится, 9 – нет)
Желание встречаться с сотрудниками вне работы	-0,696	Атмосфера (1-плохая, 9-хорошая)
Степень ответственности	0,852	Отношение к инициативе сотрудников
Коллективное решение проблем	0,830	Степень ответственности
Коллективное решение проблем	0,865	Отношение к инициативе сотрудников
Работа с руководителем	0,791	Принятие решений

Источник: разработано автором

Из таблицы 1.5 можно увидеть факторы, которые оказывают влияние друг на друга. Касательно удовлетворённости работой и климата подразделений можно выделить профессиональное продвижение и заработную плату в других организациях, профессиональное продвижение и его возможности, атмосферу и оценку коллектива, атмосферу и желание встречаться с сотрудниками вне работы.

Относительно стиля управления, сильной связью обладают факторы: степень ответственности и отношение руководителя к инициативе, коллективное решение проблем и степень ответственности, коллективное решение проблем и отношение к инициативе сотрудников, а также принятие решений и эффективность работы с руководителем.

3. Рекомендации по совершенствованию стиля и методов руководства на предприятии

1. Для того чтобы повысить удовлетворённость работой и эффективность труда сотрудников предлагается провести корректировку стиля руководства. Для этого используем ситуационную модель руководства Фидлера, Теорию жизненного цикла (Поль Херси, Кен

Бланшар) и модель принятия решений руководством Врума-Йетона [1]. В соответствии с данными моделями определяется существующий стиль и приоритетный (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Сопоставление имеющихся и необходимых стилей управления в отделах

Отдел	Врум-Йетон [5, с. 61]		Фидлер [7, с. 118]		Херси-Бланшар [3, с. 132]	
	Имеющийся стиль	Необходимый стиль	Имеющийся стиль	Необходимый стиль	Имеющийся стиль	Необходимый стиль
1	2	3	4	5	6	7
Финансовый	CH: Излагает проблему, выслушивает все идеи и предложения. Принимает решение самостоятельно	CH: Излагает проблему, выслушивает все идеи и предложения. Принимает решение самостоятельно	Руководитель, ориентированный на работу	Руководитель, ориентированный на работу	S4: Высокая зрелость исполнителей, минимальное участие руководителя	S4: Высокая зрелость исполнителей, минимальное участие руководителя
Бухгалтерский	CI: Излагает проблему подчиненным индивидуально и выслушивает их идеи и предложения, но не собирает подчиненных вместе. Самостоятельно принимает решение	CI: Излагает проблему подчиненным индивидуально и выслушивает их идеи и предложения, но не собирает подчиненных вместе. Самостоятельно принимает решение	Руководитель, ориентированный на работу	Руководитель, ориентированный на работу	S3: Умеренно высокая зрелость исполнителей, умеют выполнять работу, но не хотят отвечать за неё	S3: Умеренно высокая зрелость исполнителей, умеют выполнять работу, но не хотят отвечать за неё

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

1	2	3	4	5	6	7
Маркетинг	AI: Сам решает проблему или принимает решение, используя имеющуюся у него на данный момент информацию	CH: Руководитель излагает проблему, выслушивает все идеи и предложения. Принимает решение самостоятельно	Руководитель, ориентированный на работу	Оба стиля поведения руководителя	S1: Большая ориентация на задачу и малая – на отношения	S2: Ориентация на задачи и отношения, исполнители хотят принять ответственность, но не хватает зрелости
Экономический	GI: Излагает проблему группе подчиненных. Вместе они находят и оценивают решение, пытаясь достигнуть консенсуса при выборе варианта.	CI: Излагает проблему своим подчиненным индивидуально и выслушивает их идеи и предложения, но не собирает подчиненных вместе. Самостоятельно принимает решение	Руководитель, ориентированный на человеческие отношения	Руководитель, ориентированный на работу	S4: Высокая зрелость исполнителей, минимальное участие руководителя	S3: Умеренно высокая зрелость исполнителей, умеют выполнять работу, но не хотят отвечать за неё
Сбыт	GI: Излагает проблему группе подчиненных. Вместе они находят и оценивают решение, пытаясь достигнуть консенсуса при выборе варианта.	CH: Руководитель излагает проблему, выслушивает все идеи и предложения. Принимает решение самостоятельно	Руководитель, ориентированный на человеческие отношения	Руководитель, ориентированный на работу	S4: Высокая зрелость исполнителей, минимальное участие руководителя	S3: Умеренно высокая зрелость исполнителей, умеют выполнять работу, но не хотят отвечать за неё

Источник: разработано автором

Таким образом, применение данного мероприятия позволит решить проблему, которая заключается в том, что сотрудники не вполне довольны стилем и методами управления со стороны руководства. Изменение отношения к работе и людям в соответствии с предложенными моделями поспособствует увеличению гибкости стиля руководства, то есть использование различных методов управления в зависимости от рыночной ситуации. В конечном счете, это положительно скажется на удовлетворённости сотрудников своей работой и социально-психологическом климате, так как в некоторых отделах, таких как отдел маркетинга, сбыта и экономическом отделе, наблюдается недовольство сотрудников методами управления со стороны начальства.

2. Анализ показал, что у работников отсутствует стимул к работе, так как они не видят дальнейших перспектив развития на предприятии. Поэтому, дабы увеличить их мотивацию, предлагается создать социальные пакеты. Идеальным вариантом является принцип «кафетерия», когда работник сам выбирает составляющие своего социального пакета [4]. Сотрудники предприятия выделили несколько основных, по их мнению, услуг, которыми они бы заинтересовались (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Наиболее предпочитаемые услуги

Услуга	Сколько людей выбрало
Медицинское страхование	56 %
Оплата питания в столовой	60 %
Частичная оплата обучения сотрудников (курсы, переподготовка)	41 %
Оплата проезда на общественном транспорте	58 %
Материальная помощь на лечение	39 %
Спортивно-оздоровительные услуги	36 %
Оплата услуг связи	58 %

Источник: разработано автором на основе опроса

На основе выделенных услуг, в качестве примера были разработаны следующие социальные пакеты затраты на каждый из которых составят 211,5 руб. (таблица 1.8).

Таблица 1.8 – Примеры социальных пакетов

Соц. пакет №1	Услуги	Стоимость, руб.	Категория персонала
	Оплата проезда	41,5	Для сотрудников, которые заинтересованы в повышении своих профессиональных навыков (молодые специалисты, либо претендующие на высокие должности)
	Оплата обучения	150	
	Оплата мобильного телефона	20	
	Итого затраты	**211,5**	
Соц. пакет №2	Услуги	Стоимость, руб.	Категория персонала
	Спортзал/бассейн	70	Сотрудники, которые имеют тяжелые условия труда, либо имеющие какие-либо заболевания
	Частичная оплата отдыха	141,5	
	Итого затраты	**211,5**	
Соц. пакет №3	Услуги	Стоимость, руб.	Категория персонала
	Медицинская страховка	100	Стандартный пакет, который подходит для всех сотрудников
	Оплата проезда	41,5	
	Оплата питания	70	
	Итого затраты	**211,5**	

Источник: разработано автором

Социальный пакет №1 наиболее характерен для сотрудников, которые заинтересованы в обучении. Наиболее важной социальной льготой является предоставление компанией возможности бесплатно или в несколько раз дешевле обучаться, повышать квалификацию и др. Большинство сотрудников проживают в отдалённых районах, поэтому не маловажным фактом для них является оплата проезда или предоставление корпоративного транспорта. Сотрудники часто используют свой личный телефон для переговоров, заключении соглашений и т.д., поэтому оплата мобильной связи является наиболее привлекательной услугой. Для людей, которые придерживаются здорового образа жизни можно сформировать социальный пакет №2. Такой пакет будет включать в себя абонемент в спортивные секции (бассейн, спортзал, групповые занятия и т.д.), а также частичную оплату отдыха. В социальном

ПРОЕКТ

пакете №3 будут содержаться наиболее стандартные запросы сотрудников. Он включает в себя оплату питания, медицинскую страховку и оплату проезда. В соответствии с опытом зарубежный компаний можно сказать, что данное мероприятие позволит повысить мотивацию сотрудников, лояльность к предприятию, а также снизить текучесть кадров в отделах в среднем на 1/3 от имеющегося значения за год. Данный эффект представлен в таблице 1.9.

Таблица 1.9– Эффект от проведения мероприятия

Отдел	Текучесть кадров до	Текучесть кадров после	Отклонение, +/-
Финансовый отдел	0	0	0
Бухгалтерский отдел	0,1	0,06	-0,04
Маркетинг отдел	0,4	0,28	-0,12
Экономический отдел	0,33	0,22	-0,11
Сбыт отдел	0,28	0,19	-0,9

Источник: разработано автором

Из таблицы видно, что в отделе маркетинга, сбыта и экономическом отделе коэффициент текучести кадров до проведения мероприятия довольно высок, что говорит о высокой текучести кадров. После проведения данного мероприятия планируется, что данный коэффициент снизится на 1/3. Таким образом, при введении социального пакета появляется возможность не только улучшить удовлетворённость сотрудников работой, повысить их мотивацию и эффективность труда, но и уменьшить текучесть кадров.

3. Также, для того, чтобы сотрудники были уверенны, что они могут добиться карьерного роста, предлагается создать программу карьерного роста. В качестве примера предложен карьерный план для сотрудника бухгалтерского отдела (таблица 1.10).

Таким образом, обычный бухгалтер 2 категории может получить должность главного бухгалтера за 13 лет. Однако этот план является не точным, так как у разных людей различные умственные и коммуникативные способности. Одни могут получить такую должность менее, чем за 10 лет, другим потребуется около 20. Для построения чёткого плана необходимо понимать свои слабые и сильны стороны и в процессе работы восполнять недостаток знаний и умений, это поможет более эффективно продвигаться по карьерной лестнице. Таким образом,

данное мероприятие позволит увеличить мотивацию сотрудников и, следственно, повысит удовлетворённость работой в целом.

Таблица 1.10 – Карьерный план сотрудника бухгалтерского отдела

Возраст	Должность	Краткая характеристика	Особенности
22 года	Бухгалтер 2 категории	Прохождение обучения на предприятии, ведение бухгалтерской отчётности мелких цехов	Знание бухгалтерской отчётности, умение работать со специальным программным обеспечением, обязательная отработка в течение 3 лет
25 лет	Бухгалтер 1 категории	Ведение отчётности по средним цехам	Обязательная отработка в течение 2 лет, сдача аттестации
27 лет	Ведущий бухгалтер	Ведение средних и крупных цехов, а также отдельных отчётов (например, по лому, драг. металлам и т.д.)	Назначается по распоряжению главного бухгалтера
29 лет	Начальник бухгалтерского бюро	Управление бюро и контроль выходной отчётности	Необходимо полное знание деятельности подчинённых бухгалтеров (три бухгалтера любой категории).
32 года	Заместитель главного бухгалтера	К этому моменту сотрудник должен быть ознакомлен со всеми видами бухгалтерской отчётности и обладать практическими навыками её ведения	Назначается по приказу директора предприятия
35 лет	Главный бухгалтер	Контроль и ведение бухгалтерской отчётности предприятия в целом	Подаётся предложение в Министерство Промышленности, после чего принимается решение о назначении

Источник: разработано автором

НТБОНАХ

Заключение

Основной целью исследования являлось исследование применяемых стилей руководства в различных отделах предприятия ОАО «ГЛЗ «Центролит», а также его влияния на организационное поведение сотрудников. Работникам финансового, бухгалтерского, отдела маркетинга, отдела сбыта и экономического отдела было пройдено анкетирование по методике Захарова – Журавлёва для того, что узнать стиль управления руководителя, анкетирование по методике О.С. Михалюк и А.Ю. Шалыто для определения социально – психологического климата, а также опрос на определение уровня удовлетворённости работой сотрудников.

По результатам опроса было выявлено, что преобладающим стилем в данных отделах являются коллегиальный и директивный. Касательно климата было выявлено, что в некоторых отделах между сотрудниками есть конфликты и недопонимания, что может отрицательно воздействовать на эффективность работы сотрудников. Также многие работники не удовлетворены работой на предприятии. Анализ показал, что большинство работников не видят для себя дальнейших перспектив развития, из-за чего снижается их мотивация. Также практически все сотрудники не довольны физическими условиями работы, так как кабинеты являются плохо отапливаемыми, из-за чего в холодное время сотрудники чаще прерываются, что в значительно степени снижает производительность труда и общее качество их работы.

На основе выявленных проблем были предложены мероприятия. Первое мероприятие было направлено на использование необходимого стиля руководства, в зависимости от ситуации, что может привести к увеличению гибкости, т.е. быстрой адаптации к изменениям внутренней и внешней среды предприятия. Второе и третье мероприятие основывалось на том, что у работников наблюдается нехватка мотивации в силу того, что сотрудники не видят дальнейших перспектив роста на предприятии. Для повышения мотивации сотрудников было предложено создать социальный пакет, по принципу «кафетерия», чтобы каждый мог выбрать то, в чем нуждается больше. Также для того, чтобы сотрудники знали, что им есть, куда расти, предлагалось разработать программу карьерного роста для сотрудников. Данные мероприятия помогут повысить мотивацию работников, вследствие чего увеличится эффективность их труда. Представленная в работе информация о влиянии управленческого стиля на характер удовле-

творенности трудом, психологический климат, как важнейших составляющих мотивации работников на качественное выполнение работы, будет полезна для повышения авторитета руководителя и эффективность его работы. Когда вся организация работает достаточно эффективно и ровно, то руководитель обнаруживает, что помимо поставленных целей достигнуто и многое другое, – в том числе и простое человеческое счастье, взаимопонимание и удовлетворенность работой.

Список литературы

1. Драгун Н. П. Лекции по курсу «Менеджмент» [Электронный курс]. Режим доступа: http://www.edu.gstu.by/pluginfile.php/113365 Дата доступа: 11.12.2017.

2. Источники Диагностика личностной и групповой удовлетворенности работой / Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. – М., Изд-во Института Психотерапии. 2002. – 473-474с.

3. Кожевина О.В., Крук Е.Е. Кадровая политика и мотивационная среда организации // Известия Алт. Гос. ун-та. – 2012. – №2/1.

4. Кравец М.В. Гибкий подход к организации социального пакета сотрудников организации // Государственное управление. Электронный вестник. 2015. № 50. 137-151с. [Электронный курс]. Режим доступа: http://e-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/2015/vipusk__50._ijun_2015_g./soziologija_upravlenija/kravets.pdf Дата доступа: 11.12.2017.

5. Менеджмент: учебный курс / В.Е. Кантор, Г.А. Маховикова. – М.: Эксмо, 2009. – 312 с.

6. Психологические тесты для профессионалов / авт. Сост Н.Ф. Гребень. – Минск: Соврем. Шк., 2007. – 496 с.

7. Пути повышения удовлетворённости работы на предприятии / Н.А. Александрова – Екатеринбург, 2010. – 22 с.

8. Экспресс-методика по изучению социально-психологического климата в первичном подразделении организации (О.С. Михалюк и А.Ю. Шалыто) [Электронный курс]. Режим доступа: http://psylist.net/praktikum/00056.htm Дата доступа: 13.11.2017.

DEVELOPMENT OF YOUTH ENTREPRENEURSHIP BY THE WAY STARTUP-MOVEMENT SUPPORT IN UKRAINE

Author – Semenov A.
Supervisor – Kushnir T.
Kharkiv State University of Food Technology and Trade

The theme of the youth start-up movement is relevant today because in the context of the global crisis in Ukraine, it is the young people who are the main strategic resource of future development, have a higher risk of inclination, innovative thinking, and respond more quickly to any changes in the market. Owning the latest technology and creativity gives them additional opportunities and impulses to start their own business, launch a startup in the modern information society.

The purpose of the work is to study the phenomenon of start-up movement and mechanisms for its support in the context of the development of youth entrepreneurship.

The goal set has led to the following tasks of scientific work: the study of the essence of startups, characteristics, varieties, stages of development; familiarization with the mechanisms of support of startup initiatives in Ukraine and foreign experience in this area; outline of perspective directions of development of youth entrepreneurship on the basis of implementation of startup projects.

The work consists of an introduction, three chapters, conclusions and a list of used literature. The first chapter explains the essence of the startup-movement as a phenomenon in recent years. The second section is devoted to the coverage of state regulation and support for the development of start-up movement in Ukraine, taking into account the strategic benchmarks of the developed countries. The third chapter deals with the programs, measures aimed at developing youth's thirst for entrepreneurship, acquisition of knowledge and practical skills in the business sector, and provides perspective directions for supporting start-ups of initiatives as an innovative form of youth entrepreneurship by the City Council.

РОЗВИТОК МОЛОДІЖНОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА ШЛЯХОМ ПІДТРИМКИ СТАРТАП-РУХУ В УКРАЇНІ

Автор – Семенов А.А.
Керівник – Кушнір.Т. Б.
Харківський державний університет харчування і торгівлі

Вступ

Практика розвинених країн показує, що ключовою точкою зростання економіки держави є сектор малого та середнього бізнесу, особливо в інноваційній сфері. Саме цьому сектору економіки відводиться сьогодні головна роль в процесі формування середнього класу підприємців, здатного стати надійною опорою українського суспільства. Стратегічним ресурсом для розвитку малого та середнього підприємництва є молодіжне підприємництво, яке, крім того, сприяє професійній та особистісній самореалізації молодих людей, зміцненню їх матеріального становища та рішенню проблеми трудової зайнятості. Креативність та активна ініціативність молодого покоління сприяє появі багатьох нових ідей для бізнесу, які відповідно оформлюються у вигляді стартапів. Саме реалізація стартапу багато в чому вирішує питання розвитку малого бізнесу в країні, а на перспективу країна отримає великі компанії з наукоємкою продукцією, та розвинений підприємницький сектор.

Ми вже не можемо уявити XXI століття без стартапів. Цікаві винаходи з'являються щодня, а обговорення теми стартап-руху на сьогодні доволі актуальне. Це підтверджується тим, що до формування відповідних стартап-платформ долучилися зараз багато зацікавлених представників різних сфер, кожен з яких пов'язаний із стартапами або розвитком бізнесу, це і вищі навчальні заклади, представники влади, технопарків, торгово-промислових палат, підприємницьких структур, бізнес-шкіл, досвідні бізнесмени та початківці у бізнесу. Отже, вивчення розвитку та підтримки стартап-руху, особливо у молодіжному середовищі, є доцільним та своєчасним.

Проблемам молоді та молодіжного підприємництва присвячено наукові праці таких вітчизняних вчених як Головатий М., Головенько В., Демченко І., Комарова Н., Костенко О., Немирівський Я., Пустовойт О. та ін. Дослідженням стартапів займались вчені, а також бізнесмени, які починали власну діяльність із заснування стартапу. Найбільш відомими є праці таких науковців як Райнер Л., Ріс Е., Грехем П., Пітер Т., Дорф Б., Вонг Д., Бучацький Е., Казнок Б., Пономарев Д., Корнух О., Євсейчев А., Каширин А., Пікуль В., Мрихіна О. та ін. Проте, незважаючи на численні публікації, проблемам молодіжного стартап-руху в Україні приділено недостатньо уваги.

Метою роботи є дослідження феномену стартап-руху та механізмів його підтримки у контексті розвитку молодіжного підприємництва.

Поставлена мета зумовила вирішення наступних завдань наукової роботи: вивчення сутності стартапів, характерних ознак, різновидів, етапів розвитку; ознайомлення з механізмами підтримки стартап ініціатив в Україні та іноземним досвідом у цій сфері; окреслення перспективних напрямків розвитку молодіжного підприємництва на підставі впровадження стартап проектів.

Об'єкт дослідження – стартап-рух у контексті молодіжного підприємництва. Предмет дослідження – розвиток молодіжного підприємництва через підтримку стартап-руху.

Теоретичною основою роботи стали наукові праці вітчизняних і зарубіжних фахівців за досліджуваною проблемою, законодавчі та нормативні акти України. У роботі використано загальнонаукові та спеціальні методи дослідження. Методологічною основою дослідження стали загальнонаукові методи проведення комплексних економічних досліджень – методи логічного та історичного підходів до пізнання економічних явищ, аналізу та синтезу, систематизації та узагальнення для обґрунтування теоретичних положень; економіко-статистичного для комплексного дослідження динаміки розвитку молодіжного підприємництва та стартап руху.

Результати проведеного дослідження було представлено на трьох студентських наукових конференціях з публікацією тез та опубліковано статтю у збірці наукових праць здобувачів вищої освіти. Також автор має низку сертифікатів та дипломів щодо участі у заходах різного рівня з означеної тематики, та акт впровадження у діяльність органів місцевого самоврядування.

1. Сутність стартапу: визначення, характерні риси, різновиди та етапи розвитку

У словарний запас більшості українців слово «стартап» (з англ. startup company, початок процесу) ввійшло відносно недавно. Визнають, що з'явилося це поняття у 1930 рр. в Америці, коли два студента заснували маленький «Start Up» (нині – Hewlett-Packard), у 1976 р. було використане Forbes і у 1977 у Business Week для позначення компаній з короткою історією операційної діяльності.

Сутність «стартапу» тлумачать по різному. Ще й досі немає єдиного визначення стартапу навіть серед людей, які знають і відчувають що це, так би мовити, із середини. Деякі думають, що це інноваційне підприємство, дехто тлумачить його як спосіб життя та мислення, деякі вважають, що це фільм [1, с. 275]. Так, відомі дослідники та

практики стартапу визнають його переважно як об'єкт, а не процес, та наводять наступні визначення цього поняття:

людський інститут, спроектований для створення нового продукту або сервісу в умовах критичної невизначеності, зазначає Е. Ріс, відомий американський підприємець, піонер руху «Ощадливий стартап», відомий блогер в сфері бізнесу високих технологій [2];

нова компанія на початку свого розвитку, яка створюється для реалізації перспективної ідеї з метою отримання високого прибутку [3];

процес виходу на ринок новоствореного інноваційного підприємства у короткотривалий термін і з мінімальними капіталовкладеннями; новостворені компанії, які знаходиться на стадії розвитку й будують свій бізнес на основі нових інноваційних ідей, або на основі технологій, які нещодавно з'явилися [4];

компанія з короткою історією операційної діяльності; тимчасова структура, яка займається пошуками масштабної, відтворювальної та рентабельної бізнес-моделі [5];

бізнес-структура, запорукою успіху якої є залучення інвестицій в реалізацію оригінальних власних ідей щодо впровадження нових технологій та/чи виведення на ринок інноваційних продуктів [6];

компанія щойно утворена, володіє дослідними зразками, намагається організувати виробництво й вихід продукції на ринок [7];

нова компанія (проект), що має обмежений набір матеріальних, але значний потенціал інтелектуальних ресурсів, яка будує бізнес на основі інноваційної ідеї або інноваційних технологій і перебуває у фазі виходу на ринок [8];

командні проекти, які здатні в умовах критичної невизначеності знайти повторювальну і масштабовану бізнес-модель швидкого економічного зростання [9].

Таким чином, ураховуючи вищенаведені визначення та думки відомих підприємців, наприклад американця Стіва Бланка, який заснував вісім успішних стартапів, та вважається хрещеним батьком Кремнієвої долини (стартап – це організація сформована для пошуку повторюваної і масштабованої бізнес-моделі), або Пола Грема, засновника Y Combinator, творця Yahoo! Store та автора книги «Хакери та Художники» (стартап – це компанія, спроектована з метою швидкого зростання), можна погодитись, що стартап – це нещодавно створена або така, що знаходиться в процесі створення, компанія, організація, бізнес-структура, бізнес-модель, функціонування якої базується на інноваційній ідеї та командній роботі в умовах критичної невизначе-

ності з метою отримання високого прибутку та здатності до масштабування. Традиційно більшість стартапів реалізуються в сфері інформаційних технологій, проте вони можуть відноситись до будь-якої області ринку.

Виділяють такі характерні риси стартапу [1-10]: курс на новий продукт, тобто інноваційність; в основі стартапу цікава, новаторська та унікальна бізнес-ідея; проблеми з фінансуванням за умов обмеженості матеріальних ресурсів для початкових інвестицій з боку ініціаторів стартапу, потреба в сторонніх інвестиціях; висока швидкість розвитку проекту й максимально ефективне просування компанії на ринку; короткостроковий період запуску проекту, коротка історія операційної діяльності, але швидкий розвиток; здатність до адаптації; впевненість у проекті та його гнучкість з урахуванням потреб ринку; низькі шанси на успіх; наявність здатності бізнес-моделі стати масштабованою, бути повтореною і розширеною; нелегальність (нове підприємство (проект) може бути незареєстрованим у відповідних органах влади); успішність в компанії (проекту) значною мірою залежить від зусиль засновників та їхнього інтелекту; ініціативна група працює за ідею, а не заради прибутку; стартапери ставлять на карту все, що можливо переважно у молодому віці. Варто погодитись, що стартап починається з ідеї продукту, який лежить в основі бізнесу. Проте для успіху цього замало, також необхідні ресурси, маркетинг інновацій та команда інноваторів.

Щодо інноваційного розвитку економіки країни, згідно з даними Глобального індексу інновацій (The Global Innovation Index), Україна в 2017 році зайняла 50 місце в рейтингу 127 країн світу за рівнем розвиненості інновацій. Лідируючі позиції на світовому інноваційному ринку займають Швейцарія, Швеція, Нідерланди, Сполучені Штати Америки, Великобританія [11]. У 2016 році це було 56 місце, тому ми бачимо прогрес, але ще досить низькі показники інноваційності економіки.

Оскільки, стартап відрізняється від традиційного бізнесу та повністю не вивчений, не існує єдиної погодженої думки щодо етапів його розвитку (так як кожен стартап має свою індивідуальну історію). При цьому різні науковці виділяють різні етапи розвитку стартапу, наприклад, зародження – запуск – зростання – розширенн – вихід [1], зародження – становлення – стадія раннього зростання – поширення – стиглості [3], SEED («посівна») – STARTUP («стартап») – EARLY STAGE / EARLY GROWTH («раннє зростання») – EXPANSION

(«розширення») – MEZZANINE («проміжна»), EXIT («вихід») [7], але всі одноголосно схиляються до того, що все починається з ідеї, яка проходить етапи зародження, становлення, запуску, розширення, при цьому важливими етапами є формування команди, пошук інвесторів, виходу на ринок.

Вивчені автором етапи різних моделей стартапів [1-10, 12], показали, що у переважній більшості літературних джерел стартами характеризують як окремий бізнес (але може бути і афілійований, тобто всередині великих корпорацій), що починає працювати з нуля, від зародження ідеї до виходу товару (послуги) на ринок, зрозуміло, що ядром стартап-проекту є новаторська ідея, яка не має матеріального втілення, а існує на папері або на словах. Від ексклюзивності ідеї залежить життєздатність стартапу, чим вона унікальніша, заснована на фундаментальних дослідженнях або обумовлена потребами практики, тим довший життєвий цикл новоствореного продукту, а відповідно і його економічна ефективність. Обов'язковою складовою стартап-проекту є залучення необхідних ресурсів (інтелектуальних та фінансових), які мають бути своєчасно залучені та сформовані. Наявність команди цілеспрямованих професіоналів, що будуть працювати над втіленням ідеї в життя, забезпечує її генерацію, реалізацію в інноваційний продукт, розробку стратегії розвитку стартапу, планування, ефективне управління, забезпечення необхідними ресурсами тощо. Притягнені фінансові ресурси повинні своєчасно, поступово планомірно забезпечувати кожен етап інноваційного проекту, як з початкової стадії його формування, так і на кінцевій стадії маркетингового просування продукту на ринку.

Проведений аналіз дозволяє визначити, що стартапи мають спільні риси з підприємствами малого бізнесу: вони зазвичай створюються підприємцями-початківцями, є невеликими за розміром, мають нестійке положення на ринку, працюють в умовах високого ризику та потребують зовнішніх інвестицій [13]. Тільки у сукупності інноваційна ідея, команда, фінансові ресурси та маркетинг просування продукту на ринку як неодмінні складові та різні етапи створення стартап-проекту дають синергетичний ефект.

2. Підтримка стартап-руху як інноваційної форми молодіжного підприємництва

На сучасному етапі розвитку підприємництва спостерігається значне піднесення у розвитку українських стартапів, які досить

швидко розвиваються і мають багато користувачів. Завдяки появі та широкому доступу до Інтернету, багато інновацій почали вироблятися стартапами, засновники яких не бояться зруйнувати статус-кво (тобто повернення до початкового стану), оскільки існуючі корпоративні стратегії вже не відповідають вимогам економіці, що швидко змінюється. Легкість глобального доступу до клієнтів по всьому світу, а також швидке освоєння технологій споживачами і бізнесом дозволило стартапам зростати прискореними темпами [14].

У ЗМІ є безліч історій успіху українських стартапів. Унікальне програмне забезпечення, «розумні» гаджети, технології, створені українцями, – вони залучають чималі інвестиції і викликають захоплені відгуки співвітчизників. Обсяг венчурних інвестицій в українські стартапи в 2017 році виріс в три рази, склавши 300 млн. дол. Про це повідомляється на сторінці Міністерства економічного розвитку і торгівлі в Twitter [15].

Світовий досвід свідчить, що державна підтримка інноваційних стартапів відіграє ключову роль у їхньому зростанні та успішному розвитку. Керівництво ЄС та уряди її країн-членів: Німеччини, Франції, Фінляндії, Австрії, Ірландії, Швеції, Норвегії та інших, продовжують запроваджувати різноманітні програми підтримки інноваційних стартапів, надаючи компаніям кредити на пільгових умовах під проекти, податкові пільги, гранти для студентів, випускників і підприємців та створюючи сприятливе середовище для венчурних інвесторів. Нові члени ЄС – Польща, Чеська Республіка, Литва, Угорщина також долучилися до цього процесу.

Що ж до нашої країни, то ринок стартапів на даний момент переживає стадію становлення. Населення України складає біля 42 млн. чоловік, проникнення інтернету – 64,8% (дані Інтернет Асоціація України, квітень 2017 року) [16]. Український онлайн-ринок не перенасичений ні в одному сегменті, що дає можливість для українських компаній зайняти вільні ніші і вести успішну конкурентоспроможну діяльність.

Незважаючи на економічний спад, за оцінками експертів, у 2017 р. спостерігалася рекордна сума інвестицій в українські стартапи як за сумою (обсяг венчурних інвестицій 300 млн. дол. [1], та майже 2 млн. дол. на краудфандінгових платформах [17]), так і за кількістю угод.

За результатами досліджень Української асоціації венчурного капіталу та прямих інвестицій, тільки за перших 7 місяців 2017 року Україна стала однією з «найбагатших» на успішні краудфандінговие

кампанії в історії українських стартапів. Відзначається, що з початку 2017 року був запущено 35 кампаній на Kickstarter і Indiegogo – найбільш популярних світових краудфандінгових платформах. Велика частина проектів (83%) успішно зібрали необхідні суми, майже 2 млн доларів що в чотири рази більше загальної початкової мети.

Найбільш успішними кампаніями в 2017 році за критерієм співвідношення заявленої мети і зібраних коштів стали [17]:

1 – Jollylook (екологічна фотокамера для миттєвих знімків), яким вдалося зібрати 377 тис. дол. замість 15 тис. дол. заявлених спочатку.

2 – Senstone (модний кулон для перетворення голосових заміток в текст) – сумарно проект підняв 370 тис. дол.

3 – UGEARS Hurdy-Gurdy (унікальні механічні музичні моделі) – вдалося зібрати понад 290 тис. дол.

Український стартап UniExo (роботизований екзоскелет для реабілітації рухів кінцівок людей) потрапив до ТОП-25 на конкурсі Robot Launch 2017 швейцарського сайту Robohub, де у процесі голосування досягав перших сходинок рейтингу [18].

Нині в Україні працює більше 30 інвесторів. Усе це свідчить як про інвестиційну привабливість інноваційних рішень малого бізнесу в Україні, так і про перспективність нових продуктів щодо завоювання зовнішніх ринків. Однак, в Україні дотепер відсутні не лише інструменти державної підтримки інноваційних стартапів, а й формалізоване визначення у нормативно-законодавчому полі терміну «стартап-компанія» [19].

Розвитку ринку стартапів України перешкоджають наступні чинники [14, с. 66; 18]: 1. Низька платоспроможність населення. 2. В країні відсутня велика клієнтська база, що не дозволяє створювати дорогі проекти. 3. Більшість українських проектів спрямовані на внутрішній ринок, що унеможливлює застосування проектів на глобальному рівні. 4. Стартап-проекти українських компаній своєю масштабністю та бюджетом поступаються проектам Росії, Європи, США та Азії. 5. Існуюче законодавство не дає можливість розвитку стартап-проектів. Нераціональна система оподаткування та недосконаліть законів про малому та середньому бізнесі гальмують розвиток ринку і робить неможливим його відкрите функціонування. 6. Більшість українських, зокрема ІТ-компаній, змушені орієнтуватися на зарубіжні ринки і розробляюти продукти для західних клієнтів, використовуючи країну в якості «будмайданчика». 7. Ринок стартапів України не прозорий, а інвестиції на ринку мають прихований характер.

На початку поточного року Міністерство Культури оприлюднило інформацію про початок фінансування українських стартап-проектів і вже виділило 4 млн.грн. на реалізацію перших 8. Проекти переможців передбачають проведення подій, створення або облаштування культурних об'єктів на території населених пунктів, які отримають методичну допомогу в розробці концепції стартапа і супровід під час його реалізації. Обов'язковою умовою проекту є його співфінансування органами місцевої влади [20].

Також, Кабінет Міністрів схвалив розпорядження "Про схвалення концепції розвитку цифрової економіки і суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації", у якому одним з прерогативних видів і способів розвитку економіки Україні може вважатися стартап.

В Україні фцнкціонує створений у 2013 році постійно діючий бізнес-інкубатор «First Capital», ціллю якого є формування у молоді підприємницького мислення, сприяння та допомога у розвитку стартапів, їх впровадженні та залучення зарубіжних інвестицій [21].

FP7, Horizon 2020, COSME – це програми ЄС із мільйонними бюджетами для підтримки бізнесу та інновацій, зокрема в Україні. 2015 року наша країна стала асоційованим членом Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020». Це членство надало українським учасникам рівноправний статус з європейськими партнерами [22].

Яскравим прикладом, де державна підтримка зіграла ключову роль у становленні інноваційних стартапів та стимулюванні розвитку високотехнологічного сектору національної економіки, є Ізраїль. Уряд країни, у доповнення до програм підтримки запровадив широкий спектр підкріплюючих умов, пов'язаних, зокрема, із покращенням загальноекономічного, податкового та нормативно-правового середовища, посилення інноваційного потенціалу, підприємницької культури та режиму інтелектуальної власності [23].

В Україні на державному рівні для підтримки стартапів не створено нічого подібного. Однак, запроваджуються конкурси стартапів на базі державних інститутів, наприклад, НМК «Інститут післядипломної освіти» НТУУ «КПІ», Національного університету «Львівська політехніка», а також реалізується приватна ініціатива – Vernadsky Challenge [19].

Зважаючи на відсутність державної програми, зазначені ініціативи є лише одиничними випадками підтримки стартапів, бо започатку-

вання будь-яких заходів вимагає попередньої оцінки масштабу проблеми та обґрунтування шляхів її розв'язання.

Основною проблемою розвитку стартапу є пошук фінансування для розвитк нової бізнес-ідеї. Фінансування стартапів здійснюється за допомогою різних способів, при цьому може відбуватися синтезування декількох способів одночасно. Основні з них: краудфандинг – це кооперування людей, які добровільно об'єднують свої гроші або інші ресурси, як правило через Інтернет, щоб підтримати зусилля інших людей або організацій, зокрема стартапу; бізнес-ангели – це індивідуальні інвестори, професійні нетворкери та незалежні консультанти, які допомагають отримати не тільки цінні знання, але і гроші, працюють паралельно з компаніями – інкубаторами, однак їхні послуги дещо відрізняються від аналогічних організацій; бізнес-інкубатори (бізнес-акселератори) – це освітні проекти, які беруть в організаційний та фінансовий обіг потенційно успішні стартапи. Молоді підприємці (стартапери), які пройшли конкурсний відбір, набувають не тільки корисний досвід і знання про ведення бізнесу, але і заручаються підтримкою своїх наставників на роки вперед.

Усі ці загальновідомі форми починають активно з'являтись і розповсюджуватись в Україні. До того ж щодо молодіжного середовища позитивною рисою є висока креативність талановитої молоді, але заважає невміння стратегічно планувати, нетехнологічність і низька культура, відсутність правил гри. Для успіху країни необхідно вчитися грати по правилах міжнародного бізнесу, більше говорити позитивного про свою країну у світі, більше вірити в неї. Треба сфокусуватися не на складних специфічних рішеннях для окремих бізнесів, а на ультрасучасних технологіях та масштабованих простих ідеях, які можна запатентувати. Дух підприємливості великий, він з народження закладений у ДНК, але він спить і прокинається при надзвичайних загрозах: Майдан, війна тощо [24].

Для масового запуску стартапів серед молоді необхідно подолати зневіру, комплекс меншовартості, страх невдачі. Необхідне глобальне бачення, якого сьогодні немає, та історії успіху, яких сьогодні багато, але вони залишаються невідомими більшості українців, не формуючи нові соціальні моделі успіху. Це завдання і для підприємців, і для громадських активістів, і для журналістів [24].

Таким чином, підтримка стартап-руху як інноваційної форми молодіжного підприємництва відбувається поки ще на рівні громадськості, освітніх проектів у ВНЗ, створених бізнес-утворень та інших

заходів. Але на законодавчому рівні необхідні ініціативи щодо впровадження інноваційних ідей, щоб законодавство надавало допомогу у правовому полі, а не ставало перепоною на шляху до впровадження стартап-ініціатив.

3. Напрями розвитку молодіжного підприємництва на підставі впровадження стартап проектів

На сьогоднішній день потенційні молоді підприємці, окрім вільного доступу до інформації за допомогою Інтернету, мають багато інших можливостей для здобуття знань та практичних навичок у сфері бізнесу. На базі багатьох ВНЗ проходять різноманітні тренінги, лекції, науково-практичні конференції, спрямовані на здобуття визначених вмінь та на розвиток у молоді жаги до підприємництва. Наприклад, у Харківському регіоні, діє відома Каразінська бізнес-школа, як окрема кафедра університету ім. В.Н. Каразіна, яка займається підготовкою студентів до роботи у бізнес-середовищі. На базі цієї кафедри щороку проводиться Karazin Business Challenge, конкурс стартап-проектів для учнів останніх класів. Постійно проводяться різноманітні лекції та практикуми також на базі Харківського національного економічного університету, які мають різноманітну спрямованість, починаючи від базових знань у сфері маркетингу та закінчуючи деякими постулатами капіталовкладень. Можна виділити проект Kuznets startup battle, який так само є конкурсом стартапів, але вже для студентів. Окремо слід відзначити проекти особистісного розвитку, такі як «Лекторіум», «SdPlatform», «School platform», метою яких є цілковитий розвиток молоді у будь яких напрямках, серед них – одним із пріоритетних є саме підприємництво, бізнес та фінанси.

У кінці 2017 року вперше в історії Програми Темпус та Еразмус+ за напрямом КА2: Розвиток потенціалу молоді до фінансування рекомендували проект “Вищі навчальні заклади для молодіжного підприємництва”, в якому саме український університет – Харківський державний університет харчування та торгівлі – виступає як грантоотримувач і координатор проекту. Ідея проекту полягає в активізації молодіжного підприємництва в контексті європейської інтеграції як всередині країн, так і між країнами Східного партнерства та ЄС з використанням досвіду створення успішних бізнес-моделей в країнах Східного партнерства [25, 26].

Відходячи від офіційних навчальних закладів та заходів, які проводяться на базі навчальних закладів, слід згадати: міжнародну спілку

підприємців «Бізнес Молодість», яка допомагає великій кількості молодих людей знайти себе у бізнес-сфері; школу лідерства «МОСТ», яка цілковито спрямована на розвиток у молоді навичок, необхідних для створення бізнесу; школу малого та середнього підприємництва, яка сприяє розвитку підприємництва за рахунок надання якісних своєчасних знань та практичних ефективних навичок підприємцям з різним рівнем досвіду за підтримки фонду Василя Хмельницького (K.Fund); а також різноманітні інші біржі, школи та навчальні сайти грантрайтингу, фандрайзингу та стартапів, які дуже розповсюджені в Інтернеті.

У місті Харкові реалізується програма «Молодь Харкова» на період 2018-2021 рр., метою якої є забезпечення реалізації державної молодіжної політики в м. Харкові як одного з пріоритетних напрямків діяльності органів місцевого самоврядування, спрямованого на створення сприятливих політичних, соціальних, економічних, законодавчих, фінансових та організаційних умов для життєвого самовизначення, становлення, всебічної самореалізації молодих людей в інтересах сталого розвитку та конкурентоспроможності м. Харкова, вирішення актуальних проблем молоді [27]. Програма у цілому спрямована на активне залучення молоді у процеси самовдосконалення та особистісного творчого розвитку, у тому числі створення сприятливого середовища для забезпечення зайнятості молоді.

У Харківській області стартап рух розвивається стрімко вже с 2015 року. Проект «Kharkiv StartUp Factory» спрямований на створення умов для розробки, розвитку та реалізації молодіжних стартапів у сфері інформаційно-телекомунікаційних технологій шляхом впровадження на Харківщині системи навчання та просування бізнес-ідей та наукових розробок. Організаторами проекту виступили Харківська обласна державна адміністрація спільно з Харківським національним університетом радіоелектроніки, проектом KarazinStartups та Харківською обласною спілкою «Молодіжні ініціативи» [28].

У 2017 році на Харківщині був започаткований проект «Рука допомоги», у рамках якого було інвестовано 1 млн. 62 тис грн. у 18 різних стартапів. Крім того, повідомляє ОДА, 230 безробітних Харківської області, які заявили про свою участь у пілотному проекті, влаштувалися на нову роботу, а 139 взяли участь у громадських роботах [29]. Харківський IT-кластер за підтримки Харквського національного університету ім. В.Н. Каразіна реалізував проект «Kharkiv IT Unicorns 2017 Startup Space!», спрямований

на підвищення професійних бізнес-навичок, розвиток стартап-руху серед молоді, підвищення підприємницької культури [30]. Також, Міський департамент у справах сім'ї, молоді та спорту проводив у 2017 році у Харкові конкурс молодіжних, сімейних і гендерних проектів [31].

В Одесі та Харкові стартував «Новий відлік-3» – проект, метою якого є підтримка стартапів, розвиток та відновлення підприємницької діяльності для внутрішньо переміщених осіб, учасників АТО та членів їх родин [32].

За допомогою усіх цих державних, громадських, суспільних новоутворень велика кількість ідей втілюється у життя кожного дня і просто таки на очах відбувається збільшення кількості молодих підприємців, що призведе до суттєвого збагачення бюджету країни від отриманих податків і, як наслідок, економічного підйому та зміцнення економічного потенціалу країни.

Але це стане можливим тільки у випадку зацікавленості міських та обласних органів управління та їх подальших намагань у напрямку мотивації молодого населення до створення легального бізнесу. Бо головним недоліком, наприклад, бізнесу в Інтернеті є те, що велика кількість власників не реєструють свій бізнес і таким чином «працюють у тіні», що є великою проблемою для розвитку економіки країни.

Отже завданням влади є вмотивування молодих людей не просто починати свій бізнес, а починати його легально, сплачуючи податки та не відчуваючи страху перед податковою інспекцією за приховування прибутків.

Цими питаннями, наприклад на Харківщині, займається Молодіжна рада, створена при Харківському міському голові з метою залучити молодь до вирішення різних питань міста. До неї кожни 2 роки обирають біля 200 молодих та креативних дівчат та хлопців, розподілених у 8 комісій за різними напрямками, які окрім свого основного призначення особливу увагу приділяють розвиткові молодіжного підприємництва та працевлаштуванню молоді.

Окрім цього на Харківщині активно працюють такі організації, як Молодіжний парламент Харківської області, Харківський обласний фонд «Молодіжні перспективи», Харківська обласна молодіжна організація «Союз молодих підприємців», Харківська обласна спілка «Молодіжні Ініціативи» тощо. Це добровільні неприбуткові молодіжні громадські організації, які на основі спільних інтересів об’єднують та підтримують молодь Харківської області, працюють над реалізаці-

єю соціально значущих молодіжних програм, серед яких: програма сприяння молодіжної зайнятості та розвитку молодіжного підприємництва, просвітницькі заході для молоді, що бажає відкрити власну справу, соціальний проект «Крок до успіху», «Перший регіональний конкурс бізнес-ідей», Бізнес квест для молодих підприємців «Бізнес, банки, два стволи», «Школа малого бізнесу», тощо.

Також у Харкові проходить Міський конкурс студентських проектів «Харків – місто молодіжних ініціатив», спрямований на підтримку ініціатив студентів Харкова щодо розробки та реалізації соціальних, дослідницьких, інформаційних, творчих, волонтерських, прикладних проектів.

Взагалі напрями розвитку молодіжного підприємництва передбачають створення сприятливих умов для організації власної справи: заходи, пов'язані з навчанням та популяризацією підприємницької діяльності, організацію системи консультування та наставництва, розширення можливостей молоді в отриманні фінансових та матеріальних ресурсів для реалізації стартапів, виплату одноразової допомоги для відкриття бізнесу, надання пільгових цільових кредитів, створення бізнес-інкубаторів, пошук грантових пропозицій від зарубіжних організацій тощо [33].

У цьому сенсі, дуже велике значення зараз набуває бізнес-освіта, яка дає можливість набути нові знання, практичні навички, необхідні для поліпшення результатів роботи, підвищення продуктивності праці, досягнення певної мети, що є чинником успіху у молодіжному підприємництві [34].

Для ефективного продуктивного співробітництва між владою, освітою та починаючими підприємцями у галузі активізації стартапруху потрібен бути налагоджений відповідний інструмент комунікації. Його роль може відігравати онлайн-платформа. На думку автора, такий спосіб для початку бізнесу та комунікації був би найбільш продуктивним та раціональним, як з боку майбутніх підприємців, так і з боку влади. Онлайн-платформа повинна бути створена на головному сайті міста, або окремою сторінкою, але при підтримці і повній координації міської влади. На сторінці обов'язково повинні бути присутні не тільки усі практико-методичні та нормативно-правові документи щодо започаткування стартапу, а й експертна онлайн-допомога. Якщо ми бажаємо бачити розвиток сегменту молодіжного підприємництва, влада повинна усіляко стимулювати цей процес. Тож, молоді підприємці повинні мати змогу отримати професійну

безкоштовну консультацію з приводу будь якого етапу започаткування власної справи і подальшого її розвитку: реєстрація в режимі онлайн, статистичні викладки економічного стану певних бізнес-сегментів або регіонів, податкові консультації, консультації з маркетингу, дизайну тощо.

Бізнес в Інтернеті є наразі найстрімкішим у зростанні, найзручнішим та не потребує великих інвестицій. Саме тому – немає потреби у офлайн-консультуванні, нехай влада залишить ці зайві фінансові та трудові витрати приватним фірмам, які можуть стати у нагоді підприємцям з приводу вузькоспеціалізованих питань, потребуючих ретельного аналізу та дослідження.

Щодо подальшого розвитку платформи, може стати можливим створення інтерактивного додатку для B2B комунікації між надавачами різноманітних послуг для підприємців та бізнесу: аутсорсингові послуги з бухгалтерського обліку, з фінансів, дизайну, маркетингу тощо. Так як влада не може займатися рекламою окремих юридичних осіб або ФОП, можуть бути надані посилання на найнадійніші сайти-агрегатори, на яких були б зібрані перевірені надавачі відповідних послуг, можуть бути представлені методичні поради щодо підбору таких послуг та осіб, які їх пропонують, або може навіть бути запропонований внутрішній рейтинг таких сайтів-агрегаторів. Як ми бачимо, є багато шляхів для розвитку у даному напрямку, і що найголовніше, така онлайн-платформа абсолютно точно не буде коштувати багато. З точки зору міського бюджету – це така дрібничка, але ж який був би величезний крок з точки зору корисності та зростання частки малого бізнесу.

B2B (від англ. «business-to-business» – бізнес для бізнесу) – це частина ринку, на якому здійснюється купівля-продаж товарів та послуг між компаніями. Це і є основоположною відмінністю від напрямку B2C (від англ. «business-to-customer» – бізнес для споживача), метою якого є обслуговування роздрібних клієнтів. Основна задача систем B2B – підвищення ефективності взаємодії компаній на ринку.

За прогнозами Frost&Sullivan, до 2020 року світовий ринок електронної B2B-комерції буде вдвічі більшим, ніж ринок B2C ($6,7 трлн і $3,2 трлн відповідно) через швидку міграцію виробників і оптовиків із застарілих систем до відкритих, онлайн-платформ [35].

Звичайно, реалізація такого проекту, як онлайн-платформа для комунікації влади та бізнесу та B2B потребує зусиль. І, дивлячись на те, яку жагу до дій демонструє влада, можна очікувати відповідний органі-

чний крок від представників громадськості із запропонуванням такої ініціативи. Наголосимо ще раз, що розробка проекту та самої онлайн-платформи не потребує багато зусиль, найбільший обсяг роботи буде полягати у верстці та організації роботи такої інтерактивної системи. І саме із останніми двома пунктами буде необхідна допомога з боку влади, – на це потрібне фінансування та підтримка, а також, звичайно, можливість впроваджувати дану ініціативу на базі міської влади.

Висновки

Дослідження феномену стартап-руху та механізмів його підтримки у контексті розвитку молодіжного підприємництва дозволило:

визначити стартап як нещодавно створену або таку, що знаходиться в процесі створення, компанію, організацію, бізнес-структуру, бізнес-модель, функціонування якої базується на інноваційній ідеї та командній роботі в умовах критичної невизначеності з метою отримання високого прибутку та здатності до масштабування; було виділено характерні ознаки, різновиди та етапи розвитку стартапів;

ознайомлення з механізмами державної підтримки стартап ініціатив в Україні та іноземним досвідом у цій сфері дозволило дійти висновку, що така діяльність притаманні високорозвиненим інноваційним державам, але майже відсутня в Україні. Заходи, які відбуваються у цій сфері, охоплюють лише громадські ініціативи, освітні проекти у ВНЗ, навчання у бізнес-утвореннях, але на законодавчому рівні необхідні ініціативи щодо впровадження інноваційних ідей, щоб законодавство надавало допомогу у правовому полі, а не ставало перепоною на шляху до впровадження стартап-ініціатив;

окреслення перспективних напрямків розвитку молодіжного підприємництва включає створення старт-ап центрів, відкриття бізнес-інкубаторів, бізнес-просторів, платформ, територій, фаб-лабів та інших утворень з підтримки бізнес-ідей серед молоді. Важливим при цьому виявляється наявність багатьох можливостей для здобуття знань та практичних навичок у сфері бізнесу. Для початку продуктивного співробітництва між владою та починаючими підприємцями потрібен відповідний інструмент комунікації, який може бути розроблений у вигляді муніципальної онлайн платформи для B2B комунікацій.

Важливо розуміти – підприємцями не народжуються, ними стають. Тож якщо є бажання, ідеї, енергія та готовність брати відповідальність, то можна знайти можливості, партнерів та інвестиції.

Список використаної літератури

1. Стартап: теоретичний, практичний та правовий аспект / І. В. Кравець // Інтелектуальна економіка: глобальні тенденції та національні перспективи : матеріали ІІ Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 26 трав. 2016 р. – Житомир : ЖНАЕУ, 2016. – С. 274–284.

2. Рис Э. Бизнес с нуля : метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели / Э. Рис; [пер. с англ. А. Стативка]. – М. : Альпина Паблишер, 2012. – 253 с.

3. Этапы развития стартапов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://startup-house.ru/stati-pro-startapy/link/etapy-razvitiya-startapov.

4. Корнух О. В. Стартап як прогресивна форма інноваційного підприємництва [Електронний ресурс] / О. В. Корнух, А. В. Маханько. – Режим доступу: http://www.investplan.com.ua/pdf/23_2014/8.pdf

5. Мрихіна О. Б. Перспективи стартап-компаній у контексті конкурентоспроможного розвитку українського ринку високих технологій / О. Б. Мрихіна, А. Р. Стояновський, Т. І. Міркунова // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 9. – С. 215–225.

6. Мельниченко О. А. Стартап : сутність, ознаки, етапи розвитку [Електронний ресурс] / О. А. Мельниченко, О. В. Мельниченко. – Режим доступу: http://www.kbuapa. kharkov.ua/e-book/conf/2016-2/doc/4/01.pdf.

7. УК «Альянс. Венчурний бізнес» [Електронний ресурс] / Офіційний сайт. – Режим доступу : http://venture-biz.ru.

8. Стартап [Електронний ресурс] / Вікіпедія. – Режим доступу : http://wikipedia.org.

9. Мельниченко О. В. Підготовка стартаперів: проблеми та підходи до їх вирішення [Електронний ресурс] / О. В. Мельниченко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти, 2016. – Режим доступу: http://problemypedosvity.uipa. edu.ua/article/view/103451/108545.

10. Терешко Ю. В. Особливості розвитку інтернет-стартапів в Україні: реалії і перспективи / Ю. В. Терешко, Т. М. Тардаскіна, Л. Д. Богатирьова // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 12.– С. 435–443.

11. The Global Innovation Index 2017 [Electronic resource] / Analysis explore the interactive database of the gii 2017 indicators. – Johnson Cornell University, INSEAD The Business School for the World, WIPO – World Intellectual Property Organization, 2017. – Available at: URL: https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator

12. Ковальова А.Ю. Підходи до створення успішного стартапу: світовий досвід [Електронний ресурс].м – Режим доступу: http://confcontact.com/ 2014_02_meshko/ 37_Kovalyova.htm 7.

13. Ситник Н. І. Концептуальні основи стартапів: їх сутність і класифікація / Н. І. Ситник // Бізнес Інформ. – 2016. – № 8. – С. 64-68. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2016_8_11.

14. Лещук А. О. Державна підтримка розвитку стартапів в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.businesslaw.org.ua/derjavna-pidtrymka-rozvytku-startapiv/.

15. Объем венчурных инвестиций в украинские стартапы в 2017 году вырос в три раза до $300 миллионов [Електронний ресурс] / – Режим доступу: https://economics.unian.net/finance/10022492-obem-venchurnyh-investiciy-v-ukrainskie-startapy-v-2017-godu-vyros-v-tri-raza-do-300-millionov-mert.html.

16. В Україні на початок 2017 року нараховано 21,6 млн користувачів інтернету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://promo.semantrum. net/uk/2017/04/21/v-ukrayini-na-pochatok-2017-roku-narahovano-21-6-mln-koristuvachiv-internetu/.

17. У 2017 році українські стартапи зібрали близько $ 2 млн [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://prompolit.info/2017/09/17/u-2017-rotsi-ukrayinski-startapi-zibrali-blizko-2-mln/.

18. Український стартап потрапив до ТОП-25 престижного конкурсу з робототехніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zaxid.net/ukrayinskiy_startap_potrapiv_do_top_25_prestizhnogo_konkursu_z_robototehniki_n1444091

19. Курченко О. О. Державна підтримка стартапів у країнах ЄС: уроки для України / О. О. Курченко // Вісник Інституту економіки та прогнозування. – 2016. – Б. №. – С. 65-71.

20. Кабмін виділить близько 4 мільйонів на локальні арт-стартапи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.epravda.com.ua/news/2018/01/30/633526/ .

21. Стартап-центр First Capital [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://fcapital.biz/project.php?id=1OperaStable\Shell\Open\Command.

22. Гранти ЄС на українські стартами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://tyzhden.ua/Society/207884.

23. Саліхова О.Б. Про бідного стартапа замовите слово / О.Б. Саліхова, О.О. Курченко // Еко- номіст. – 2016. – 7 червня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ua- ekonomist.com/12893-pro-bdnogo-startapa-zamovite-slovo.html.

24. Україна як країна-стартап [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://glavcom.ua/columns/v_pekar/ukrajina-yak-krajina-startap-455182.html

25. Офіційний сайт проекту Еразмус+ «Вищі навчальні заклади для молодіжного підприємництва» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://heifye.hduht.edu.ua/index.php/ru/.

26. ХДУХТ – вперше в Україні – грантоотримувач та координатор проекту за Програмою Еразмус+ (напрям КА2: Розвиток потенціалу молоді) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.hduht.edu.ua/ index.php/ru/news/1567-erasmus.

27. Про затвердження Міської програми «Молодь Харкова» на 2018-2021 роки [Електронний ресурс] / Рішення Харківської міської ради від 08.11.17 № 832/17. – Режим доступу: http://kharkiv.rocks/reestr/663875.

28. У Харківській області стартував проект з підтримки молодіжних стартапів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kharkivoda.gov.ua/news/76461?sv.

29. «Рука допомоги»: на Харківщині роздали понад 1 мільйон на стартапи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ukrinform.ua/ rubric-regions/2341564-ruka-dopomogi-na-harkivsini-rozdali-ponad-1-miljon-na-startapi.html.

30. Проект «KHARKIV IT UNICORNS 2017 STARTUP SPACE!» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://student.kh.ua/event/proekt-kharkiv-unicorns-2017-startup-space/.

31. У Харкові оголосили конкурс проектів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://varta.kharkov.ua/news/city/1128935.

32. Розпочато прийом заявок на участь у проекті «Новий відлік-3» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.irf.ua/allevents/news/novyividlik3/.

33. Мерзляк А. Механізм державної підтримки самозайнятості молоді: вітчизняна практика та зарубіжний досвід / А. Мерзляк, Є. Боярін // Державне управління та місцеве самоврядування. – 2016. – Вип. 4. – С. 73-80.

34. Піддубна К. С. Роль бізнесової освіти в розвитку молодіжного підприємництва / К. С. Піддубна // Міжнародний науковий форум: соціологія, психологія, педагогіка, менеджмент. – 2013. – Вип. 13. – С. 19-33.

35. Eliot Burdett (2016). The Biggest B2B Sales Trends in 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.peaksalesrecruiting.com/2016-b2b-sales-trends.

THE STRATEGY OF PROVIDING COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISE IN THE IT INDUSTRY

Author – Moroz A., Sharaenko O.
Supervisor – Pizhuk O.
University of the State Fiscal Service of Ukraine

The article deals with the essential characteristics and significance of the company's competitive advantages in the conditions of digitalization. The features of strategy development are analyzed. the key factors of the internal and external environment were assessed. We analyzed LUXOFT Inc. ,namely, the definition of its competitive status, the assessment of its internal and external environment, the assessment of market capitalization and the predictive assessment of the growth of market capitalization and stock prices. We analyzed personnel policy as the main component of LUXOFT's development. The effectiveness of the chosen strategy and the competitiveness of this strategy for IT companies were assessed.

Achieving the goal has determined the need to solve the following ***tasks****:*

– *to determine the competitive advantages of the enterprise in the conditions of digitalization;*

– *to describe the features of the strategy of developing the competitiveness of enterprises in IT industry;*

– *to review the internal factors of development of LUXOFT;*

– *to analyze the influence of external factors on development of LUXOFT;*

– *to determine the competitive status of LUXOFT;*

– *to evaluate the effectiveness of the competitiveness strategy of LUXOFT;*

– *to prove that the personnel policy is a key factor in ensuring the competitiveness of the enterprise in the IT industry.*

The object of the research is the strategy of ensuring the competitiveness of the enterprise in the IT industry.

The subject of the research is theoretical justification of formation of competitive advantages of the IT-enterprise and practical recommendations for choosing a strategy to ensure its competitiveness in the conditions of digitization.

Introduction

Relevance of the topic. Under the conditions of the fourth industrial (digital) evolution and with the rapid pace of development of information technologies it is difficult to exaggerate their need for a person in the XXI century.

One of the high-tech industries in the world economy is software development. This highly competitive and dynamic industry largely determines the overall technical and technological development of countries, regions and the world in general. Therefore, the issues of effective development of this industry become relevant for the harmonious functioning of the world economic system.

The solution to these tasks lies in the ability to build effective development strategies and to substantiate a clear and effective mechanism for creating sustainable competitive advantages for enterprises of information technologies. Development strategies and benefits should be based on the assessment and analysis of the current level of competitiveness of such enterprises, comparable with Western rivals, and the formation of their future competitive potential.

The important task nowadays is not only to find the ways how to survive under the financial and economic crisis but also to determine the right way in order to increase the competitiveness of the enterprises in general, as well as in the fast-track IT field. One of the problems solving ways is the definition of the strategy of providing competitiveness of the enterprise in the IT industry.

Analysis of research and publications on the problem. In the scientific literature, the issues of development of the IT sector, the competitiveness of companies in this industry, the features of its provision, taking into account the factors of the influence of the internal and external factors in the conditions of digitalization, are widely studied. Such Ukrainian and foreign scientists made a significant contribution to this study: G. Ishchenko, N. Chouprina, O. Maslak, T. Kemichadzhy, V. Novitsky, Veresne Dr. Somosi Mariann.

The purpose of the article is to prove the importance of choosing a strategy to ensure the competitiveness of enterprises in IT industry in the conditions of digitization based on the analysis of LUXOFT company.

Achieving the goal has determined the need to solve the following **tasks**:

– to determine the competitive advantages of the enterprise in the conditions of digitalization;

– to describe the features of the strategy of developing the competitiveness of enterprises in IT industry;

– to review the internal factors of development of LUXOFT;

– to analyze the influence of external factors on development of LUXOFT;

– to determine the competitive status of LUXOFT;

– to evaluate the effectiveness of the competitiveness strategy of LUXOFT;

– to prove that the personnel policy is a key factor in ensuring the competitiveness of the enterprise in the IT industry.

The object of the research is the strategy of ensuring the competitiveness of the enterprise in the IT industry.

The subject of the research is theoretical justification of formation of competitive advantages of the IT-enterprise and practical recommendations for choosing a strategy to ensure its competitiveness in the conditions of digitization.

The information base of the research is a factual material of the functioning of the IT industry, reference and information materials, materials, posted on the official web pages and published in the press, developments of ukrainian and foreign specialists.

1. Theoretical bases of the strategy of providing competitiveness of the enterprise in the IT field

1.1. Competitive advantages of the enterprise: characteristic and meaning in the conditions of digitalization.

Digitalization is a necessary element of the competitive position of companies in the world market due to conditions of rapid development of globalization.

Competitive advantages are conditions that allow a company or country to produce a good or service at equal value but at a lower price or in a more desirable fashion. These conditions allow the productive entity to generate more sales or superior margins compared to its market rivals. Competitive advantages are attributed to a variety of factors including cost structure, branding, the quality of product offerings, intellectual property and customer service.

Sustainable competitive advantage refers to maintaining a favorable position over the long term, which can help boost a company's image in the marketplace, its valuation and its future earning potential [1].

The evaluation base for competitive advantages is the objectives of the enterprise and the tasks associated with them, which the enterprise is able to perform taking into account the actual conditions of the external environment and for a given quality of their performance. Structural and functional changes at the enterprise are called upon to ensure the conditions for successful activity "on purpose", to bring the basic competencies of the enterprise in line with the emerging environmental conditions. The totality of such changes and the work on change management are usually called development.

The development process is aimed at capacity building – a set of enterprise resources used to solve tasks that an enterprise is able to perform with a result acceptable to the goal-setting entity or organization. The use of potential and created competitive advantages is aimed at achieving results in accordance with the tasks set in the process of activity. In general, there are several ways to use the potential, even in a single goal. In this situation, the working environment is determined by the external environment. The enterprise has two components: development and targeted activity. The task of development can be formulated as follows: it is necessary to choose a development option in which at any given time the available potential allowed at least one way to achieve the required performance results [2], [3].

Our research on LUXOFT point five trends that could redefine competition.

1. new pressure on prices and margins;
2. competitors emerge from unexpected places;
3. winner-takes-all dynamics;
4. growing talent mismatches;
5. converging global supply and demand.

Digital technologies know no borders, and the customer's demand for a unified experience is raising pressure on global companies to standardize offerings. In B2B markets from banking to telecommunications, corporate purchasers are raising pressure on their suppliers to offer services that are standardized across borders, integrate with other offerings, and can be plugged into the purchasing companies' global business processes easily [4], [5].

For the conclusion it is vital to note that at the present stage of the development of information technology digitization is a necessary component of companies who want to take a competitive position in the world market.

1.2. Features of developing a strategy to ensure the competitiveness of the enterprise in the IT industry

The main reasons for reducing the competitiveness of enterprises are the deterioration of the quality of resources; reducing pressure from consumers; aging technologies; false goals and objectives; loss of the enterprise of rapid adaptation; weakening of internal competition; fluctuations in market conditions; reduction of competitive potential. But the most important is lack of a clear strategy [6].

The preconditions for the formation of strategies and their changes are related to the periods of development of economic relations. Each enterprise should constantly maintain its competitiveness at a high level in order to be able to systematically analyze the macro and microeconomic situation on the market, expand its competitive position, which ensures long-term economic growth of the enterprise and its high competitive status [7].

The concept of developing a strategy for increasing competitiveness is based on the theory of strategic management and reflects the conceptual apparatus in defining the concepts that characterize the strategy; composition and structure of objects and subjects; principles of strategy building; definition of the target company in the target market; market position; competitive advantages; decision criteria; achieving strategic goals. Formation of strategies for increasing the competitiveness of enterprises in a competitive environment is a process of making a managerial decision on the priority of financing of functional strategies in order to provide competitive advantages on the market.

If such an approach is used, the strategy for increasing competitiveness is determined from three points: as a way to achieve strategic goals; as a characteristic of the appointment and mission of enterprises in the market; as the chosen direction of development with the necessary resource potential for this. It is a system of successive actions of the enterprise in pursuit of their strategic goals. The components of the strategy include strategic alternatives to development, funding priorities, responsible executives. The implementation of such a strategy requires the availability of strategic alternatives, taking into account the specifics of the functioning of enterprises in the market [8].

To ensure the competitiveness of enterprises it is important to determine the mechanisms of its support at different stages of their economic development, as this is connected with the problem of the formation of their status in the conditions of strategic convergence at the stage of acceleration of integration processes. That is, when forming a strategy, it is

necessary to link the stage of economic development with the strategic type of enterprise.

The results of the implementation of the strategies and of the economy at the enterprises should become their achievement of high scientific and technical levels, the growth of production efficiency, and, consequently, business, qualitatively better levels of resource conservation and environmentalization of activities [9].

A properly selected and adequately content-rich innovation strategy as a certain strategic set of all solutions for increasing the competitiveness of the enterprise is a key to the long-term success of any enterprise, a means to ensure its competitiveness and competitiveness. So, strategy as an instrument is a complex model, as the process actually forms the principles and rules, and as a result is a certain logic of the behavior of the enterprise, which determines the directions of development on the basis of the alternative. In particular, when forming a competitive strategy, the company must take into account the following features:

- advantages and disadvantages of the company's existing strategy;
- the structure of the competitive environment;
- dynamic characteristics of the market to adapt the strategy of competition;
- the situation in the industry, size and scope of activities;
- the competitive status of the company;
- specific goals and availability of resources[10].

Regardless of the organizational or leadership model a CEO and board choose, it's important to keep in mind that digitization is a moving target. The emergent nature of digital forces means that harnessing them is a journey, not a destination – a relentless leadership experience and a rare opportunity to reposition companies for a new era of competition and growth.

2. Strategic analysis of the environment of LUXOFT

2.1. Formation of the internal environment profile of LUXOFT

The company's internal environment plays an important role for the future of effective functioning. That is why it is important to analyze all internal components of the company.

LUXOFT HOLDING, INC. is a leading provider of software development services and innovative IT solutions to a global client base which was founded in March 2000 [11]. LUXOFT was selected as 2017's best outsourcing service providers – "The 2017 Global Outsourcing 100" [12].

PREPRINT

For the analysis of the company's internal environment was used McKinsey 7S Model [13].

1. **Shared values of the company.** The values of the company are determined by the goal and the mission of the company to give the customers a tool they need to effectively manage their business, especially in today's fast moving world [11].

2. **Company's strategy.** LUXOFT implements a strategy of centered diversification: the company is strategically focused on the implementation of such a service as application software, but uses it in various industries. It has such possibility thanks to acquisitions of companies (Appendix 1) [14].

3. **Structure of the company.** LUXOFT is a foreign private issuer under SEC and NYSE rules and a "controlled company". The share structure of LUXOFT consists of two issuer's classes of common stock: Class A ordinary shares and Class B ordinary with no par value. The management structure is made up of 12 executive officers and the board of directors. The company`s board structure consists of 2 committees: audit and compensation (Appendix 2).

4. **Company's system.** The company is mainly concentrated on 4 industry verticals: financial services; automotive and transport; telecom; healthcare and pharmaceuticals (Appendix 3). LUXOFT works in such industries as travel, aviation, retail, energy, technology and agriculture too. The company is presented in 19 countries and has 39 offices in three ITO geographies (Appendix 3) [11].

5. **The staff of the company.** The personnel of LUXOFT is highly qualified, in FY2017 84.7% of employees were IT professionals. LUXOFT has its own style as a multinational because it has to remain competitive and meet the increasingly diverse needs of its worldwide client base.

6. **Company's skills.** The personnel in this company is skilled for such departments: engineering and development; human resources, sales and marketing; administration; executive management. In FY2017 LUXOFT had 12,766 employees worldwide [11].

7. **Company's style.** LUXOFT has a liberal style of management. A large number of employees of the company work on outsourcing, so it is impossible to censure another style of management. Outsourcing is a promising one for companies in IT industry, as it allows to involve employees from not only highly developed countries, but also save money by using cheap labor from less developed countries.

To sum up, the company effectively operates and transforms its system into the challenges of a globalized society. The company has such key

internal factors: the mission and purpose of the company, an effective centralized diversification strategy, a comprehensive internal structure and management style. An important place is given to the staff, as success of the company depends on the employees directly. Since all components of the company have been analyzed, it is possible to maintain a successful formation of internal environment profile of LUXOFT.

2.2. Assessment of the impact of key environmental factors on development of LUXOFT

Any of successful companies do not work in isolation from their competitors as they create a competitive environment where companies can develop and realize their potential. The factors of the attractiveness of the industry, the competitive advantages and stability of the environment should be attributed to the components of the external environment.

We used such a tool of strategic analysis as PEST [15], which allowed to identify the most significant factors that will affect the company's future development (Appendix 5). Information technologies are improving year by year, conditions should be created for the usage of the Internet for the world`s users. Each year more and more people use the Internet with smartphones, laptops, PC not only in personal life but also for professional demands (Appendix 6) [16].

For example, during last 11 years the coverage of 3G Internet increased for 50.0% and the coverage of 4G Internet appeared in 2010 and constituted 3.0% and expected to reach 62.0% in 2020 (Appendix 7) [17]. Due to innovations of IT industry the Internet costs are getting lower passing the time.

The world community creates external conditions for the development of the IT industry. What is more, GDP around the world is steadily increasing, rising consumers' wealth that surely should lead to growing demand. According to World Bank global GDP is expected to increase 3.0% y-o-y in 2018 [18]. However, the growth rate of the IT market is higher, with the CAGR 2014-2020 seen at 18.0% [19]. But while the GDP growth rate is slow, demand for the application software is going to rise with higher pace as it is linked to the growth rate of the IT industry. That is why we forecast LUXOFT sales based on the growth of the IT sphere.

2016-2017 fiscal year was the year of Luxoft acquisitions of such companies as IntroPro, derivIT Solutions Pte Ltd., UNAFORTIS. They have strengthened the LUXOFT position in telecommunication, financial services and healthcare. Share of telecom in general revenue in FY2016

was 5,7% and became 8,89% in FY2017. So we can say that every year Luxoft strengthens its position in the global market.

In order to assess the impact of key environmental factors on development of LUXOFT was used strategic analysis SPACE (Appendix 8).

Financial strength of the company is quite strong what is confirmed by financial stability. Luxoft has liquidity and is solvent as each year up to FY2022 is expected growth in revenue and the company in FY2017 had only short-term borrowings (633000 USD). Production costs of the company by DCF are expected to make 60% of the company`s revenue in FY2019, which will be due to the completion of reorganization inside the company, after which growth in production costs will not be observed.

Industry Strength is quite strong and consists 4,1 of 6 which is which is primarily due to the growth of the IT industry, which is expected to average 18%, so the attractiveness of the IT industry is high among other industries and the stability of Luxoft's profit is ensured, what was proved in the DCF model. The amount of competitors in the industry is high so Luxoft has to make efforts to be competitive.

Environmental Stability is quite high. The influence of the state is low as scientific and technological progress moves fast and governments of countries can not regulate all relations in this area. The IT industry is attractive for investments and doesn`t depend on inflation rate and the growth rate of the country's economy.

Consumers as a competitive force have a high degree of impact on the company. In FY2017 the top five clients made 54.6% of its revenue, and the top ten clients made 66.0% in the same period. However, in 2015-17 dependence from the top 5 and top 10 clients decreased, and this trend is projected until FY2019.

We can also conclude that the key factors of the environment that affect the company in the IT industry are financial potential, attractiveness of the industry, competitive advantages, stability factors of the environment.

2.3. Determination of the competitive status of LUXOFT

For this research was built a model of strategic analysis as *Porter`s Five Forces* (Appendix 9) [20]. According to this analysis competitors have been recognized as a driving force.

To identify companies that are the closest competitors for LUXOFT, within the same strategic group, as well as their positions, we have built a *Strategic groups map* [21] (Apppendix 10). It was constructed on two key parameters: revenue and the level of diversification. The map is a useful

tool to represent industry competition graphically, which allows to figure out how the industry is changing, or which trends can affect it.

Competition in the IT industry is extremely difficult with its rapid development – an average of 18.0% annually. The sphere of financial services is the most advanced, since all companies, regardless of belonging to a competitive group, work in this direction. Development in the field of healthcare and pharmaceutical industry is promising, that is why LUXOFT began operating in this field, but the share is still small. Thanks to the rapid development of technologies in the world, new verticals are created and companies have a wider range of development.

We had also built a BCG matrix model to determine LUXOFT's competitive position compared to competing companies belonging to one strategic group (Appendix 11) [22]. In this case, we used such parameters as market share and market growth rate. According to BCG matrix, the market leader is Cognizant ("star") since it holds the largest share of the market and accordingly is the largest competitor for LUXOFT. The most of companies are in the stage of formation ("question marks"), but all of these are promising in view of the rapid development of the industry.

Application software is the market which is easy to enter but threats of new players are low. It takes a while to ensure that customers are interested in the products of new players in the market before they get significant impact on the market. But there are already plenty of competitors what is the biggest threat for LUXOFT.

Consequently, in comparison with their competitors, the investigated company is competitive. Now in the market it is present as a "sign of the question" that it just entered the market and is gaining momentum in its development. The threat of new players in IT markets is low, therefore, it is necessary to move in the chosen direction and continue to develop.

3. Efficiency of the performing strategy to enable competitiveness of the IT-company LUXOFT

3.1. Evaluating the effectiveness of the current strategy to ensure the competitiveness of the IT-enterprise LUXOFT

In order to assess the effectiveness of the strategy, it will be necessary to determine the capitalization of the company and the prices of the shares of this company in the future. With an increase in capitalization and in stock prices, the strategy will be effective, with decreasing will be ineffective.

НЕ ОРИГІНАЛ

To develop our LUXOFT valuation we have applied two methods: Discounted Cash Flow (DCF) and Market Multiples Method (MMM) and assigned 70% weight for DCF and 30% for MMM (Appendix 12) [23], [24].

Discounted cash flow analysis According to our DCF computation LUXOFT target price is 63.21 USD, that is 8.8% up to current stock market price 58.05 USD per share. We built DCF model for 5 years up based on following assumptions (Appendix 12).

In FY2018, the company's revenue expected to increase by 16.5%, what is explained by the rapid development of the information technology market and the aggressive strategic position of the company on the global market. At the same time, our revenues outlook is conditional on maintaining all top 5 LUXOFT clients that account for 54% of top line (see section 3.2 for details).

We assume that in FY2018 the COS will consist 61.5% of revenue, which is 1.5 pp up compared to FY2017 as recently acquired companies are in the process of reorganization and as a result, there is an increase in costs. In FY2019-2020, a "technological boom" in the medical and automotive sectors is expected by LUXOFT Ukraine CEO, which will result in the sharp increase in revenues: in FY2019 – 23.0%, in FY2020 – 25.0%.

According to the CEO`s comments, the redistribution of highly qualified employees, which were sent to promote the company in the Asian region, will bring an increase in net income in FY2019-2020 and will allow increasing company's share in the market. Going forward, company does not plan to issue an additional number of shares which is now equal to 34 million due to the fact that existing money resources are sufficient. Since the company is increasing the volume of sales, the total number of assets and liabilities will increase by an average rate of 24.0%.

WACC [25] was calculated using CAPM method and was estimated at 9.49% in 2018. Risk free rate is determined based on 5-Year T-bills, while market return was based on S&P 500 Index returns. We calculated LUXOFT beta versus S&P 500 Index over the 5-year period. MMM: LUXOFT valuation based on comparative valuation implies company fair value of 2,118.3 USD ml, while the current capitalization of the company is 1,878.5 USD ml (Appendix 12). We estimate the company's shares are undervalued, and the upside potential based on MMM is 11.0%. Because of subjectivity of this method, we give it 30% weight. LUXOFT 2018E P/E is 18.1x, which is below the peers' median by 25.6%.

In 2019F company's P/E seen decreasing to 14.4x amid projected increase in the profitability of the company, still implying a solid 21.8% discount to peer's median and respective appreciation potential.

EV / EBITDA and EV / SALES of LUXOFT are lower than the average for similar companies. I.e., LUXOFT is currently traded at a 24.0% discount to its peers based on 2018E EV/EBITDA, and even higher 27.0% discounts for 2019F amid projected company's EBITDA growth. This indicates that the return on invested capital will increase. Overall, the analysis of the company's value using the MMM method confirms that LUXOFT is undervalued.

In Section 3.1 we analyzed the effectiveness of the chosen enterprise strategy based on the valuation of capital. We used effective methods of valuation and both methods showed us the growth of market capitalization and stock prices in the future. Based on this research, we can conclude that the chosen strategy of the enterprise is effective and competitive in the global market of IT services.

3.2. Estimation of existing risks of implementation of the current strategy of the IT company LUXOFT

The effectiveness of the chosen strategy of competitiveness of the company can be traced to the existing risks. They include business and operational ***[BR]***, market risks ***[MR]***, risks associated with the company`s image and reputation ***[RI]***, financial market risks ***[FR]***. It is necessary to divide them into sub-items. And now, in detail about each group (Appendix 13).

[BR1] Professional staff skills. In this aspect, professional recruitment, continuous monitoring of quality of knowledge and professional development is critical, since the future of the company depends on the employees themselves.

[BR2] "Unsuccessful takeover". Due to the fact that LUXOFT uses an integrated growth strategy there is a probability of "unsuccessful takeover". In order to carry out the acquisition process, the company must spend a lot of financial and labor resources as well as time.

[BR3] Salary. Provided labor plays a key role among company's resources, salary constitutes an important part of its cost of sales. Globally there is trend towards its growth in this industry, what may lead to a decrease in profitability.

[BR4] Outflow of the personnel. An important aspect is the fluidity of the staff and the possibility of their transition from one company to another, if it will offer more earnings to the employee.

[BR5] Concentration of voting power in one's hands. IBS group has a significant stake of LUXOFT's voting power (81.8% of total votes). As a result, there is a risk of control concentration over the company.

[BR6] Deoffshorization and a change in tax policy In the world there is a tendency towards deoffshorization. It started in 2014 and is gaining momentum. It forces individual states to make changes in tax policy.

[MR1] Dependence from top five clients. 54.6% of the company's revenue come from the top five clients, which creates high risks for the company's financial performance. These clients can choose a new supplier of IT products or simply stop their operations thereby reducing the market share of LUXOFT.

[RI1] Information leakage. It can affect the image of a company in the global market. New developments or know-how can be implemented by another company at the same time increasing the competition between competitors.

[RI2] Risks associated with product quality. With the development of social networks, the impact of this risk could also spread to other geographic areas than those originally involved; the combined effects could therefore have a significant adverse effect on LUXOFT's overall sales and results.

[FR1] High volatility of exchange rates. As LUXOFT operates in 19 countries of the world, the transactions take place in various currencies. Therefore, there is a risk of changes in company profits due to fluctuations in exchange rates.

[FR2] Risk of lack of own funds. As a result, it may be necessary to search for external investors for raising funds. But we see probability of such risk as low.

Thus we see the ranking of risks in the matrix of risks in picture 3.1. They indicate the effectiveness of the chosen strategy to ensure the competitiveness of the IT company LUXOFT, which operates in the world market. The company has some disadvantages, but each year senior managers and top managers ensure their elimination on problem areas.

3.3. Personnel policy as a key factor in ensuring the competitiveness of enterprise of IT industry

According to the above analysis, one can conclude that personnel policy is a key factor in ensuring the competitiveness of the enterprise in the IT industry on the example of the analysis of LUXOFT.

As already mentioned above the company had 12,766 employees in FY2017. In the company there are generally four departments, such as

engineering and development; human resources, sales and marketing; administration; executive management (Appendix 14).

Permanent acquisition challenges make the company's management ready to provide highly skilled workers. That is why the HR department provides work in the following areas:

– recruiting and retaining sufficiently skilled professionals;

– training and supervising the personnel to maintain high standards of quality.

The company develops the talents of employees through a combination of training and mentoring programs with the involvement of senior technology professionals and industry experts. Each new employment is subject to a curriculum that covers the methodology and industry standards, technologies and tools, management and communication skills, software development processes and domain knowledge. The company has its own e-learning system through LuxTalent and E-learning library.

The company's training program provides a variety of professional competences, including disciplines rarely covered by university programs such as system analysis, system architecture, and project management.

That is why the risks associated with the personnel are identified as one of the main ones that affect the company's competitiveness in the IT industry. According to the analysis they belong to the risk group of the risk matrix «Business and operational risks»:

1) **professionalism of the personnel.** The human factor plays an important role, as errors in the work of the employees in this area are difficult to identify;

2) **outflow of the personnel.** According to the growth of employees' wages of the IT industry there is a risk of outflow of personnel to a competing company because of the offer of higher salary compared to LUXOFT.

HR policy is a key factor in ensuring the competitiveness of the enterprise in the IT industry. So the company pays considerable attention to the selection, placement, certification, re-certification of the staff, as well as training and mentoring programs for them.

Conclusions

The choice of the strategy of protecting the competitiveness of the enterprise is an important task, as it depends on the future of the company. In order to determine this strategy, certain tasks were performed.

The competitive advantages of the company were determined in the conditions of digitalization, which require from the enterprise creation and preservation of a positive image in the market in the long run.

The peculiarities of the strategy of increasing competitiveness are based on the following data: achievement of the mission of enterprises in the and the chosen direction of development with the necessary resource potential. It is important to identify mechanisms of supporting the strategy at stages of economic development.

The set of internal factors influencing the company's competitiveness was determined by the McKinsey 7S model: the company's values, the strategy of centralized diversification of the company, the structure of the company, the company's work system, company`s staff and the style of management.

The external factors include: political, socio-cultural, economic and technical, which were determined by Pest's analysis, as well as the pace of world GDP growth and the pace of development of the IT industry.

In Section 3.1 we analyzed the effectiveness of the chosen enterprise strategy based on the valuation of capital. We used effective methods of valuation such as DCF and MMM and they showed the growth of market capitalization and stock prices in the future. The chosen strategy is effective and competitive in the global market of IT services, as evidenced by the small number of risks that can not destroy the company in general.

It was proved the importance of personnel policy in ensuring the competitiveness of enterprises in the IT industry on the example of analysis of LUXOFT. The risks of "professionalism of the staff" and "outflow of the personnel" have been assessed and explained as one of the main issues in the analysis of enterprise activity.

References

1. Competitive advantage [Електронний ресурс] // Tutor 2. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://www.tutor2u.net/business/reference/competitive-advantage

2. Competitive advantage [Електронний ресурс] // Investopedia. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://www.investopedia.com/search/?search-terms=competitiv%20advantage

3. What is competitive advantage& Strategies that work [Електронний ресурс] // TheBalance. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: https://www.thebalance.com/what-is-competitive-advantage-3-strategies-that-work-3305828

4. Competitive advantage [Електронний ресурс] // Business Dictionary. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: http://www.businessdictionary.com/definition/competitive-advantage.html

5. Конкурентні переваги [Електронний ресурс] // Grandars. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/konkurentnye-preimushchestva.html

6. Аранчій В. І. Теоретичні аспекти формування конкурентних стратегій аграрних підприємств [Електронний ресурс] / В. І. Аранчій, С. Зоря, А. О. Лантух // Полтавська державна аграрна академія. – 2005. – Режим доступу до ресурсу: https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/5.3/3.pdf.

7. Шаповалова І. В. Конкурентні переваги підприємства: ретроспективний аналіз трактування термінів [Електронний ресурс] / І. В. Шаповалова // Економіка і суспільство. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://economyandsociety.in.ua/journal/10_ukr/74.pdf.

8. Портер М. Стратегія конкуренції. Методика аналізу галузей і діяльності конкурентів / М. Портер. Пер з англ. – К.: Основи, 1998. – 262 с.

9. Єрьоменко Н. Ю. Конкурентні переваги підприємства [Електронний ресурс] / Н. Ю. Єрьоменко // Управління розвитком. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: file:///C:/Users/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0/Downloads/Uproz_20 14_13_14.pdf.

10. Долженко А. В. Формування конкурентних переваг підприємства / А. В. Долженко // Управління розвитком. – 2013. – № 12 (142). – С. 83–85.

11. Luxoft holding, INC Annual Report Form 20-F [Електронний ресурс] // Luxoft. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: http://investor.luxoft.com/phoenix.zhtml?c=251988&p=irol-SECText&TEXT=aHR0cDovL2FwaS50ZW5rd2l6YXJkLmNvbS9maWxpbmcueG1sP2lwYWdlPTExNjk3NjMyJkRTRVE9MCZTRVE9MCZTUURFU0M9U0VDVElPTl9FTl RJUkUmc3Vic2lkPTU3#bg42601a_main_toc.

13. The 2017 Global Outsourcing 100 [Електронний ресурс] // IAOP. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://www.iaop.org/Content/19/165/4701The McKinsey 7S Framework [Електронний ресурс] // MindTools. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_91.htm.

14. LXFT Profile [Електронний ресурс] // FinanceYahoo. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://finance.yahoo.com/quote/LXFT/profile/.

15. SWOT-аналіз і PEST-аналіз [Електронний ресурс] // Маркетинг. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: stud.com.ua/75795/turizm/swot_analiz_pest_analiz.

16. Повідомили, скільки у світі користувачів інтернету [Електронний ресурс] // Gazeta.ua. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://gazeta.ua/articles/science/_...sviti...internetu/817931.

17. Стрибки через G: 3G–4G–5G [Електронний ресурс] // ZN, UA. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dt.ua/business/stribki-cherez-g-3g-4g-5g-nishoviy-mobilniy-zv-yazok-5g-ne-zaminit-soboyu-4g-optimizovane-dlya-pokrittya-znachnih-teritoriy-_.html.

18. The Economist опублікував прогноз розвитку економіки світу [Електронний ресурс] // ТСН. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://tsn.ua/groshi/the-economist-opublikuvav-prognoz-rozvitku-ekonomiki-u-2017-roci-820210.html.

19. Результати дослідження PwC [Електронний ресурс] // PwC. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://www.imena.ua/blog/pwc-about-it-ua/.

20. Porter's Five Forces – Strategy Skills Training [Електронний ресурс] // MindTools. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_08.htm.

21. Strategic Group Mapping [Електронний ресурс] // MBAlectures.\ – 2015. – Режим доступу до ресурсу: http://mba-lectures.com/management/strategic-management/1000/strategic-group-mapping.html.

22. BCG Matrix [Електронний ресурс] // NetMBA. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: www.netmba.com/strategy/matrix/bcg/.

23. Discounted Cash Flow (DCF) [Електронний ресурс] // Investopedia. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://www.investopedia.com/terms/d/dcf.asp.

24. Multiples Approach [Електронний ресурс] // Investopedia. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://www.investopedia.com/terms/m/multiplesapproach.asp.

25. Weighted Average Cost Of Capital – WACC [Електронний ресурс] // Investopedia. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://www.investopedia.com/terms/w/wacc.asp.

APPENDIX 1

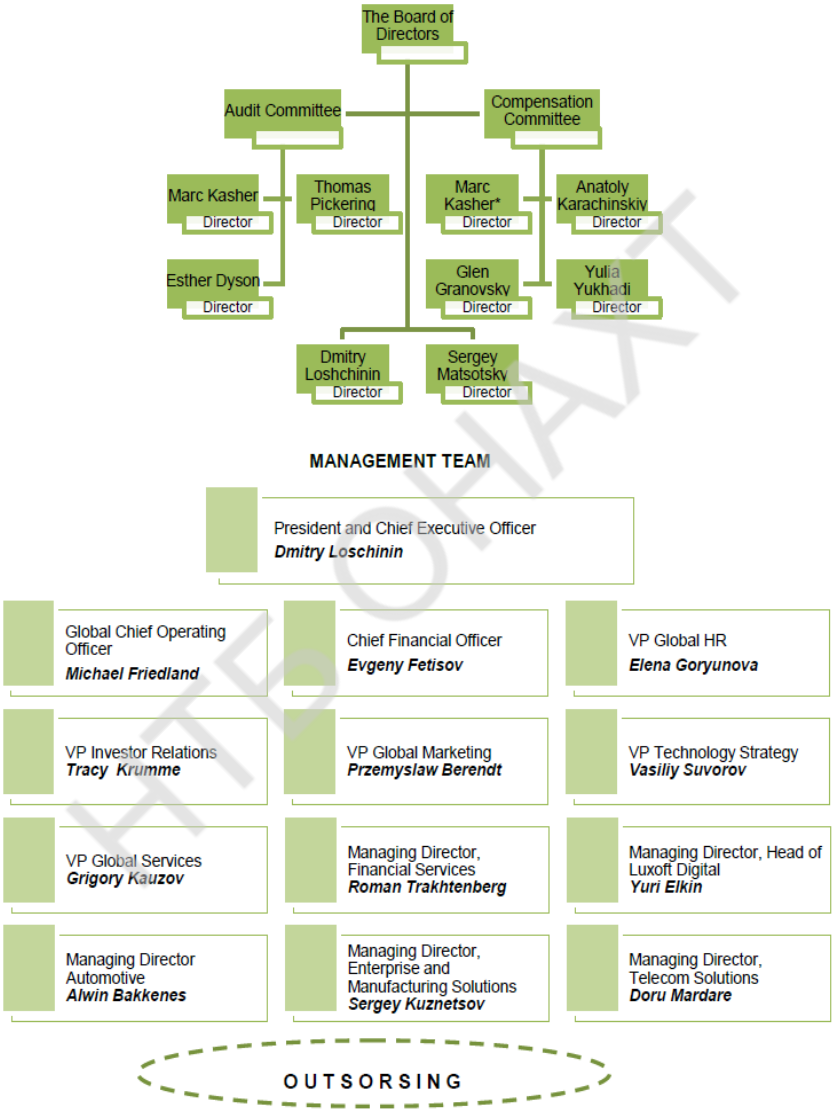
ACQUISITIONS OF LUXOFT COMPANY

Acquisition date	Acquired company	The scope of the company	Share price of the company, USD
7th of July 2014	**Mecel Populus Suite**	a company focused on designing, developing, and deploying user interfaces for distributed embedded systems	37.33
6th of October 2014	**Radius Inc.**	a U.S.- based company focused on the growing IoT industry	36.71
18th of February 2015	**Excelian Limited**	a UK-based company focused on trading risk management software for the financial services and commodities markets	49.85
23rd of February 2016	**Symtavision GmbH**	a company focused on scheduling analysis, architecture optimization, and timing verification	51.17
18th of July 2016	**INSYS Group**	a U.S.-based consulting provider focused on IT serving a large number of blue-chip corporations	54.47
13th of September 2016	**Pelagicore AB**	a company focused on open source software platforms, services for in-vehicle infotainment, human machine interface development	52.15
1st of February 2017	**IntroPro**	an engineering consultancy with deep expertise spanning the complete lifecycle of enterprise and embedded software architecture focused on TV, Media, and Entertainment industry	58.75
23rd of March 2017	**derivIT Solutions Pte Ltd.**	a Singapore-based consulting provider of financial services-focused technology	58.60
28th of September 2017	**UNAFORTIS**	a Swiss-based company focused on wealth management in Avaloq	46.35

Source: LUXOFT data, team`s estimations

APPENDIX 2

COMPANY'S STRUCTURE



Source: LUXOFT data, team`s estimations

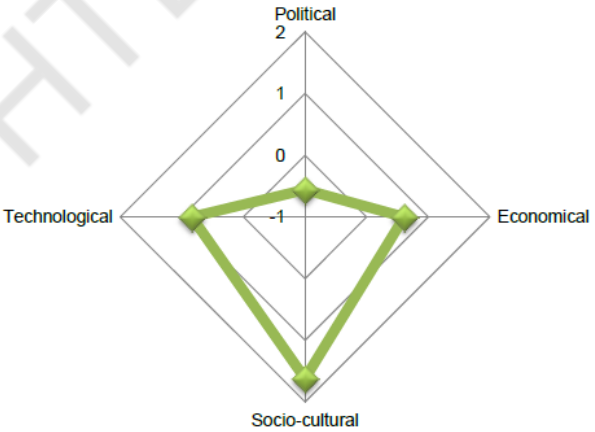
APPENDIX 3

REVENUE BY GEOGRAPHY AND LUXOFT`S OFFICES



APPENDIX 5

PEST-ANALYSIS



Source: team`s estimations

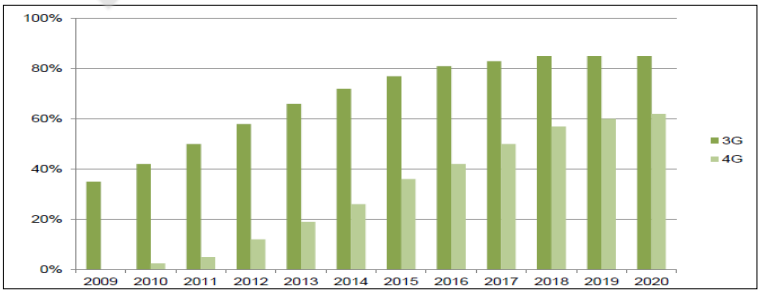
НТБ ОНАХТ

Factors	Weight	Rating	+/-	Balanced assesment	Solutions to the problem or implementation opportunities
Political	**0.10**			**- 0.56**	
Close business relations with a country against which international sanctions are applied.	0.02	3	-	0.06	LUXOFT positions itself as not a Russian company.
Intellectual Property Protection.	0.04	7	-	0.28	The company employs commercially reasonable methods, including confidentiality agreements with employees and consultants, to protect know-how and trade secrets.
Deterioration of economic conditions in the United States or Europe.	0.01	1	-	0.01	
Distribution of deoffshorization processes.	0.03	7	-	0.21	Moving profits to countries with lower tax rates.
Economical	**0.30**			**+ 0.61**	
Growth of global GDP (World bank`s forecast in 2017 – 2.7%, 2018 – 2.9%, 2019 – 2.9%).	0.04	3	+	0.12	
Increase in business activity in developing countries (3.6%) and in developed countries (3.4%).	0.08	9	+	0.72	The company implements Global Upgrade Program from 2015 to expand on different markets.
An increase in currency fluctuations in Europe, namely a decrease in the value of the euro against the U.S.dollar (56.5% Luxoft sales in U.S.dollars, 28.3% in euro).	0.05	7	-	0.35	Weakening of the euro against U.S. dollar, as well as strengthening of the Russian ruble and Polish zloty relative to the U.S. dollar.
The inflation is increasing globally, that means global economy is not emerging from inflation impact (IMF`s forecast in 2017 – 3.2%, 2018 – 3.2%, 2019 – 3.4%).	0.05	4	-	0.2	
Continuation of the growth trend of investment attractiveness of the information technology industry (Herald Keeper's forecast in 2017 - average in IT industry by 18%).	0.08	4	+	0.32	
Socio-cultural	**0.25**			**+ 1.62**	
Rising unemployment in the world.	0.01	3	+	0.03	
The level of education, as well as the standard of education in the industry LUXOFT HOLDING, INC	0.05	7	+	0.35	The company invests in reskilling current employees.
Increasing the level of education in the field of computer science.	0.06	7	+	0.42	
Changing the nature of work, flexible work.	0.03	4	+	0.12	The personnel works on outsourcing.
Increase in average wages in IT industry (average by 3%).	0.1	7	+	0.7	Search for regions with cheap labor markets.
Technological	**0.35**			**+ 0.84**	
Increasing coverage of the Internet in the Asia-Pacific region.	0.10	8	+	0.8	Creation of new offices in the Asia-Pacific region to expand the client base.
Faster moral obsolescence of the main IT industry through constant introduction of new products.	0.13	8	-	1.04	
Increase of technological innovations in the field of transport (electric vehicles), medicine (artificial organs, advanced materials, biotechnology and genomics).	0.12	9	+	1.08	Creation of a new vertical healthcare and pharmaceutical.

ПРОЕКТ

APPENDIX 5

NETWORK COVERAGE IN % OF POPULATION



APPENDIX 6

SPACE MODEL

FACTORS OF FINANCIAL POTENTIAL (FS)

Rate of return	*low*	*0*	*1*	*2*	*3*	***4***	*5*	*6*	*high*
Financial dependence	disbalanced	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	balanced
Liquidity	disbalanced	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	balanced
Ability to increase the level of accumulation and to attract capital from external sources	big	*0*	*1*	***2***	*3*	*4*	*5*	*6*	small
Return on equity (ROE)	low	*0*	*1*	*2*	*3*	***4***	*5*	*6*	high
Return on investment (ROI)	low	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	***5***	*6*	high
Production costs	high	*0*	*1*	*2*	*3*	***4***	*5*	*6*	low
Amount of debt	high	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	low
Average		***4.6***							

FACTORS OF THE ATTRACTIVENESS OF THE INDUSTRY (IS)

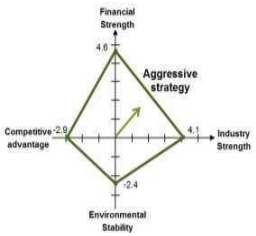
The number and key characteristics of competitors, the level of competition	small	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	big
Overall attractiveness of the industry (among other industries)	low	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	high
Dependence of the industry development on the general market situation	low	*0*	*1*	***2***	*3*	*4*	*5*	*6*	high
The use of resources	ineffective	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	***5***	*6*	effective
Stability of profits and the general profit margin of the industry	high	*0*	***1***	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	low
Easy access to the market	easy	*0*	*1*	***2***	*3*	*4*	*5*	*6*	difficult
The stage of the "life cycle" of the industry	initial	*0*	*1*	*2*	***3***	*4*	*5*	*6*	final
Application of products of this industry in other sectors of the economy, etc.	low	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	high
Average		***4.1***							

FACTORS OF COMPETITIVE ADVANTAGE (CA)

Dynamics of changes in the market share served by the organization	big	*0*	*1*	***2***	*3*	*4*	*5*	*6*	small
Level of quality (competitiveness) of products	high	*0*	***1***	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	low
Product life cycle	initial	*0*	*1*	*2*	***3***	*4*	*5*	*6*	final
Product replacement cycle	fixed	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	***5***	*6*	changeable
Loyalty of customers	strong	*0*	*1*	*2*	***3***	*4*	*5*	*6*	weak
Vertical integration	high	*0*	*1*	*2*	***3***	*4*	*5*	*6*	low
Structure of assortment v (taking into account the level of its profitability)	unprofitable	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	***5***	*6*	profitable
Average		***-2.9***							

Stability factors of the environment (ES)

The influence of scientific and technological progress on the development of the industry	low	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	high
Inflation rate	low	*0*	***1***	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	high
Change in demand	small	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	***5***	*6*	big
The range of prices for competitive products	small	*0*	*1*	*2*	***3***	*4*	*5*	*6*	big
Price elasticity of demand	not flexible	*0*	*1*	***2***	*3*	*4*	*5*	*6*	flexible
The growth rate of the country's economy	low	*0*	*1*	***2***	*3*	*4*	*5*	*6*	high
The impact of capital on the development of the industry	low	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	***5***	*6*	high
Degree of influence of the state on the industry (regulation of activity)	low	*0*	***1***	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	high
Degree of dependence of the industry on labor resources	low	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	***5***	*6*	high
Degree of dependence of the industry on infrastructure development (including the development of information technology), etc.	weak	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	***6***	strong
Average		***-2.4***							



By analyzing SPACE was determined that LUXOFT has chosen ***Aggressive Strategic Position.*** These conditions are typical in an attractive industry with small ambiguity in the environment. The company gains competitive advantages that it can save and maximize through its financial potential. Threats are insignificant, it is important to concentrate on protecting interests. Mechanisms are aimed at:

- Expansion of production and sales;
- Price war with competitors;
- Development of new sectors of the market;
- Promotion of brands.

APPENDIX 7

PORTER`S FIVE FORCES MODEL

SUBSTITUTE GOODS

Parameter Rating	Commentaries	Parameter Rating		
		3	2	1
Substitute Goods	Are able to provide the same quality with lower price	Exist and own high market share	Exist, market share is low	Do not exist
			+	
MARK				
1		Low threat level		
2		Medium threat level		
3		High threat level		

INNER DIVISION COMPETITION LEVEL RATING

Parameter Rating	Commentaries	Parameter Rating		
		3	2	1
Competitors amount (players)	The higher number of players on the market the higher competition level and market share losses	High market saturation level	Medium market saturation level (3-10)	Low number of players (1-3)
		+		
Market growth rate	The lower market growth rate, the higher stable market redistribution risk	Stagnation or market decreasing	Slowing down, but increasing	High
			+	
Differentiation of the good on the market	The lower good differentiation the higher product standardization and higher risk of consumer switching between different market companies	Companies are selling standardized products	Products are standardized by key characteristics, but are different by additional benefits	Products have severe differences
			+	
Prices rising limitations	Thehigherabilitytoriseprices thehigherprofitloss esriskduetostable costs rising	Hard price competition on market, opportunities to increase prices are absent	There is opportunity to increase prices only by covering increasing costs	There is always an opportunity to increase prices by covering increasing costs and increasing profit
			+	
MARK				
4		Low inner division competition level		
5-8		Medium inner division competition level		
9-12 - 9		High inner division competition level		

NEW PLAYERS ENTERING THREAT RATING

Parameter Rating	Commentaries	Parameter Rating		
		3	2	1
Production of good or service scale economy	The higher production volume, the lower production materials prices, the lower influence level of fixed costs on production unit	None	Only few players on market have it	Significant
			+	
Strong brands with high knowledge and loyalty level	The stronger existing brands position in division, the harder it is for new payers to enter	There are no strong players	2-3 strong players with more than 50% market share together	2-3 strong players with more than 80% market share together
			+	
Product differentiation	The higher goods and services variety, the harder it is for new players to occupy free niche	Low products variety	There are microniches	Each niche is already occupied
			+	
Division entering investment and costs level	The higher starting investment level, the harder it is to enter the division	Low (pays off in 1-3 months)	Medium (pays of in 6-12 months)	High (pays off in more than a year)
			+	
Distribution channels access	The harder it is to reach consumers, the lower division attractiveness	Access is fully opened	Access requires moderate investments	Access is closed
		+		
Government policy	Government can limit or shut division entering opportunity by using licensing, licensing resources sources access and prices regulation	There are now limiting governmental acts	State's interference is low	State is regulating whole division and establishing

				limits
			+	
Existing players' readiness to decreasing prices	If player sare ready to lower prices in order to save the market share than there is a great new players entering barrier	Players will not decrease prices	Strong players will not decrease prices	Players are decreasing prices on entering attempts
				+
Division growth rate	The higher division growth rate, the higher amount of new players are willing to enter the market	High and increasing	Slowing down	Stagnation or dropping
MARK				
8		Low new players entering threat level		
9-16 - 16		**Medium new players entering threat level**		
17-24		High new players entering threat level		

PROVIDER MARKET POWER

Parameter Rating	Commentaries	Parameter Rating		
		3	2	1
High volume buying consumers share	If consumers are concentrated and performing purchases in big volume, then company should always perform concessionally	More than 80% of purchases is made by few clients	Moderate number of clients are holding about 50% of purchasing	Purchasing volume is divided between all clients
			+	
Substitute goods purchasing predisposition	The lower product unicity, the higher possibility consumer finding an alternative and not taking additional risks	Product is not unique, there are analogs on the market	Product is partly unique, there are differences from others	Product is totally unique, there are no analogs on the market
			+	
Price responsiveness	The higher price responsiveness, the higher possibility of consumer purchasing lower price competitive product	Consumer will always switch to lower price product	Consumer will switch due to huge price difference	Consumer is absolutely unresponsive
			+	
Consumers are not satisfied with existing products quality	Quality dissatisfaction creates hidden demand , which can be satisfied by new player or competitor	Dissatisfaction with key product characteristics	Dissatisfaction with secondary product characteristics	Absolute satisfaction with product quality
			+	
MARK				
4 - 4		Low consumer loss threat level		
5-8 – 8		**Medium consumer loss threat level**		
9-12		High consumer loss threat level		

BUSINESS THREATS BY PROVIDER

Commentaries	Parameter rating	
	2	1
The lower number of providers, the higher possibility of unreasonable prices increasing	More than 80% of purchases is made by few	Moderate number of clients are holding about 50% of

	clients	purchasing
		+
The higher provider resources volume limitation, the higher possibility of unreasonable prices increasing	Product is not unique, there are analogs on the market	Product is partly unique, there are differences from others
		+
The higher switching costs, the higher possibility of unreasonable prices increasing	Consumer will always switch to lower price product	Consumer will switch due to huge price difference
		+
The lower division priority for provider, the less attention and efforts is put by him, the higher unqualified work risk	Dissatisfaction with key product characteristics	Dissatisfaction with secondary product characteristics
		+
MARK		
4 – 4	**Low influence level**	
5-6	Medium influence level	
7-8	High influence level	

Competitive power by Porter	Marks	Mark from 0 to 5
Substitute Goods	2	2
Competitors	9	4
New Players	16	2
Consumers	4	3
Providers	4	1

НТБ ОНАХТ

ASSESSMENT OF THE OPTIMAL CAPITAL STRUCTURE OF UKRAINIAN AGRICULTURAL HOLDINGS (KERNEL HOLDING S.A., MHP S.A.)

Author – Fedorova T., Minina V.
Supervisor – Kulakovsky T.
Odessa National Academy of Food Technologies

The optimal capital structure is a structure in which an optimal ratio between the level of return on equity and the level of financial sustainability is ensured, and, thus, the value of an enterprise (or its shares) is maximized.

An unstable economic situation brings forward the optimal capital structure problem. It is of current interest nowadays as the optimal capital structure allows rational use of financial resources and affects the value of an enterprise.

The purpose of the article is to study the capital structure at different levels of debt load and identify the optimal. The objects of study are Ukrainian agricultural holdings Kernel Holding S.A. and MHP S.A.

Basic financial indicators of enterprises economic activity for a period of 5 years have been analyzed in this work. They are: revenues from sales, EBITDA and operating profit, economic profitability and return on assets.

Moreover, WACC model has been used in the study that allowed calculating the value of capital at different levels of debt load and finding the optimal ratio of equity and debt capital.

The result of this article is the conclusion that the capital structure of both MHP S.A. and Kernel is not optimal, but tends to it. The solution to this problem may be an increase in the share of debt capital, since its cost is cheaper. However, due to increased liabilities, the risk of insolvency increases, and this in turn can lead to bankruptcy of companies. Consequently, the decisions of the company's managers must be verified and weighed.

Introduction

Shortage of financial and investment resources for development and tight credit policy of National Bank of Ukraine are the reasons why companies with access to credit resources abroad have a competitive advantage. Disproportion between the cost of capital in Ukraine and EU markets is due to the high risks of entrepreneurial activity in Ukraine.

The main risks that are inherent in the current state of development are the following: the difficult economic and political situation, the default risk, the risk of hryvnia devaluation, high inflation and the risk of losing the country investment attractiveness for foreign investors.

Ukrainian agricultural holdings play an increasingly important role in the development of the Ukrainian economy [1]. The most powerful of them have a high credit rating and use the funds raised on the European stock markets for the development of production in Ukraine. This is why these days the problem of studying the Ukrainian agricultural holdings capital structure is especially topical, since the optimal capital structure allows rational use of financial resources and positively affects the company's value.

Problems of the capital structure formation were investigated in the works of Modigliani and Miller [2], J. Williams [3]. Formation of the capital structure in current economic conditions is considered in the works of M.A. Zubkov, D. A. Vorontsov [4], V. V. Ivashkovskaya, Kupriyanov S. V. [5], M. M. Kalimulin [6], T. V. Teplova [7] and other scientists. However, assessment of the Ukrainian agricultural holdings optimal capital structure as an important element of the national economy is out of economists' sight and requires more detailed research.

The main purpose of this work is to determine the optimal capital structure of Ukrainian agricultural holdings in current economic conditions using the weighted average capital cost method on the example of Kernel Holding S.A. and MHP S.A.

Concept of the optimal capital structure and methods of its calculation

The efficiency of a modern enterprise to a large extent depends on the strategy of the capital structure managing, that is to find the optimal ratio of equity and debt capital according to various criteria. In a broader sense, the capital structure optimization is the process of finding the optimal choice between the level of risk and the level of return on capital.

From this point of view the purpose of the capital structure management is to minimize the company's expenses in case of the long-term financing attraction and to ensure the greatest effect from investing funds, i.e. its optimization at a particular enterprise.

There are three approaches to optimization of the enterprise's capital structure in economic theory:

1) optimization of the capital structure based on the criterion of maximization of the financial profitability level which implies the use of the financial leverage mechanism;

2) optimization of the capital structure based on the criterion of its value minimization which implies the preliminary estimation of the equity capital and raised funds costs, as well as the calculation of the weighted average capital cost;

3) optimization of the capital structure based on the criterion of the financial risks level minimization.

Such criteria for optimization of the capital structure of an enterprise allow us to compare and justify their applications depending on the objectives of capital formation, i.e. at different stages of the enterprise's life cycle.

It should be noted that the main goal that an enterprise should set itself while determining the ways of managing capital is to ensure the well-being of the enterprise's owners, i.e. to achieve a certain level of profitability or to increase the capital market value.

So, the optimal capital structure is a structure that provides the best ratio between the level of return on equity and the level of financial sustainability, and, thus, the value of an enterprise (or its shares) is maximized.

There are the following basic methods for determining the optimal capital structure: the operating profit method, EBIT-EPS methods, the weighted average capital cost (WACC) method. The latter methods allow us to determine the optimal capital structure with high accuracy. However, when making financing decisions, the management most often is guided not only by efficiency issues, but also by the visibility of options. In this regard, in this work the weighted average capital cost (WACC) method is used.

The WACC method is a method where the optimal capital structure is achieved at the point where the company value is maximized and the weighted average capital costs are minimal. To determine WACC a hybrid calculation formula which includes the greatest number of factors was used in this article:

$$WACC = r_d * w_d * (1 - T) + r_e * w_e, \quad (1)$$

where: r_d – cost of debt capital;
w_d – share of debt capital;
T – tax rate on profit (18%);
r_e – cost of equity capital;

w_e – share of equity capital.

To calculate the cost of debt capital, the following formula was used:

$$r_d = r_{f(us)} + sovereign_{spread} + default_{spread}, \quad (2)$$

where: $r_{f(us)}$ – risk-free rate of return on seven-year US government bonds [8];

$sovereign_{spread}$ – sovereign spread of Ukraine [9];

$default_{spread}$ – spread of the company's default, which is determined based on its credit rating [10].

The hybrid formula CAPM was used to calculate the value of equity capital:

$$r_e = r_{f(us)} + \beta_{ul} * (1 + \frac{D*(1-T)}{E} * MRP_{(us)} + sovereign_{spread}, \quad (3)$$

where: β_{ul} – coefficient of sensitivity to risks, purified from the influence of debt load, for the same area as the investigated one [11];

$MRP_{(us)}$ – market bonus for the developed US market [12].

Determination of the optimal structure of the MHP S.A. company

MHP S.A. is one of the largest agroindustrial complexes of Ukraine for poultry breeding. The company has several lines of activity: poultry farming and related productions (chilled chicken and fast food products), production of meat products (fresh premium beef, foie gras, sausages and smoked products), crop production (growing of maize, wheat, sunflower, rape), production of feed, sunflower oil etc.

MHP S.A. consists of 20 enterprises located in Kiev, Cherkassy, Dnepropetrovsk, Donetsk, Vinnitsa, Ivano-Frankivsk and Kherson regions. All enterprises create a closed cycle of meat production: growing of cereals, mixed fodders production, nurturing the parental livestock, meat production and meat processing. The total number of employees is more than 12 000 people.

The company produces products under the trademarks "Nasha Ryaba" and "Nasha Ryaba Appetitnaya" (chilled chicken meat), "Fua Gra" (delicacy goose liver), "Sertifitsirovannyiy Angus" (delicacy beef of Aberdeen Angus), "Legko" (natural meat ready-to-cook products). It has its developed distribution network which includes 7 branches in its structure.

MHP S.A. exports its products to different countries of the world. In particular, in 17 EU countries: the Netherlands, Ireland, Belgium, Poland, Italy, Greece etc.; the CIS countries and the Customs Union: Armenia, Kyrgyzstan, Kazakhstan, Georgia, Moldova, Uzbekistan, Tajikistan; countries of the Middle East: Iraq, Jordan, Lebanon, United Arab Emirates, Kuwait; and also to the countries of Africa: Egypt, Libya, the Democratic Republic of Congo and other world countries.

MHP S.A. is the leading company of the Ukrainian chicken meat market. It occupies about 35% of the chicken meat market and more than 55% of the Ukrainian market of chicken meat industrial production. This is the first Ukrainian agroindustrial company, whose securities are quoted on the main site of London Stock Exchange.

MHP S.A. key performance indicators for a period of 5 years are presented in Table 1.

Table 1 – MHP S.A. key performance indicators [13]

Year	Revenue from sales, TUSD	EBITDA, TUSD	Operating profit, TUSD	Net profit / loss, TUSD	ROE, %	ROA, %
2011	1 229 090	401 085	320 744	259 355	28.01	20.63
2012	1 407 522	467 718	380 583	310 916	25.94	18.80
2013	1 496 079	391 070	271 836	162 240	12.99	14.13
2014	1 379 048	555 876	414 975	-412 338	-43.61	24.24
2015	1 183 283	459 041	363 915	-125 726	-18.69	22.11

Information on the indicators "EBITDA" and "Net profit / loss" is clearly shown in figures.

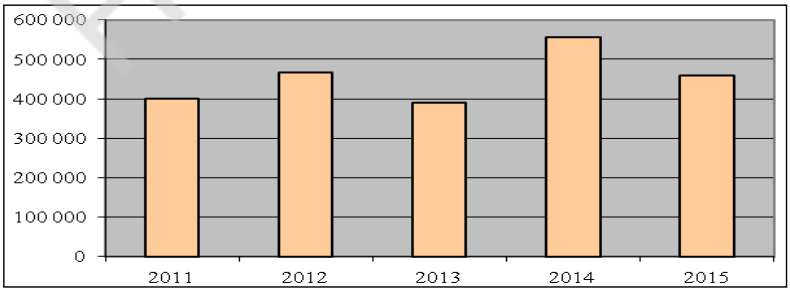


Fig. 1. Dynamics of changes in "EBITDA" of MHP S.A., TUSD

The highest value "EBITDA" indicator has in 2014 (555 876 TUSD), the lowest – in 2013 (391 070 TUSD).

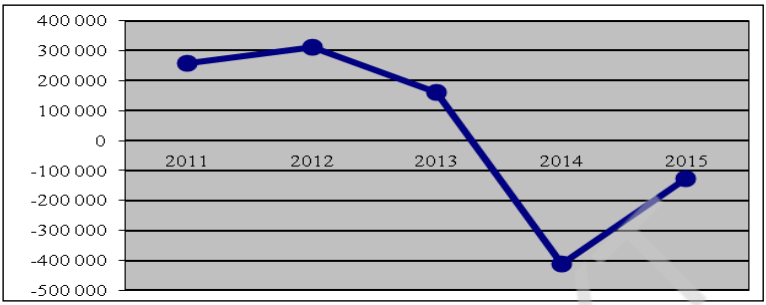


Fig. 2. Dynamics of changes in "Net profit / loss" of MHP S.A., TUSD

In 2011-2013 MHP S.A. received a net profit at the level of 160-310 million USD per year. In 2014 the company received a net loss of 412 million USD, in 2015 – 125 million USD. That was, first of all, connected to the significant hryvnia devaluation, as well as the ban on the poultry supply to the Customs Union, the termination of operation of the poultry farm "Shakhterskaya" in Donetsk region and enterprises in annexed Autonomous Republic of Crimea.

To calculate the weighted average cost of debt capital, it is necessary to determine the cost of long-term and short-term liabilities existing in the enterprise.

Long-term liabilities represent obligations with a maturity period of more than twelve months. Long-term liabilities include tax deferred liabilities and debt obligations of an organization. When assessing the financial status of an organization the existence of long-term liabilities is always taken into account. However, not always the presence of these obligations adversely affects the assessment, as they can be equated with own funds. Given inflation, the presence of long-term obligations can be considered as a positive thing.

Short-term liabilities are obligations obligations that must be fulfilled within a year or the company's normal operating cycle, depending on which period is longer. These include: accounts payable, dividends payable, short-term bills, part of the long-term debt that must be paid in the current period.

Data on costs of long-term and short-term liabilities for 2014 are provided in Tables 2 and 3, respectively.

Table 2 – Cost of long-term liabilities of MHP S.A. in 2014

Indicators	Sum, TUSD	Cost, %
Bank loans	152 302	3.65
Issued bonds	724 522	8.25
Obligations under the lease	22 206	7.97
Deferral of tax liabilities	20 671	0
Total	**919 701**	**7.30**

The largest volume of long-term liabilities is on issued bonds. Their amount is 724 522 TUSD and the cost is 8.25%. The lowest volume is on deferral of tax liabilities – 20 671 TUSD. The average annual cost of MHP's long-term liabilities is 7.30%.

Table 3 – Cost of short-term liabilities of MHP S.A. in 2014

Indicators	Sum, TUSD	Cost, %
Trade payables	42 821	0
Other short-term liabilities	47 428	0
Bank loans	81 330	4.85
Issued bonds	218 738	10.25
Accrued interest	21 738	7.55
Obligations under the lease	16 393	7.97
Total	**428 265**	**6.84**

Among the short-term liabilities of MHP S.A. the most significant are the issued bonds (218 738 TUSD with a cost of 10.25%) and bank loans (81 330 TUSD with a cost of 4.85%). At the same time, the weighted average cost of short-term liabilities is 6.84%.

Data on costs of long-term and short-term liabilities of MHP S.A. for 2015 are provided in Tables 4 and 5, respectively.

Table 4 – Cost of long-term liabilities of MHP S.A. in 2015

Indicators	Sum, TUSD	Interest on loan, %
Bank loans	278 131	6.87
Issued bonds	728 530	8.25
Obligations under the lease	9 595	8.04
Deferral of tax liabilities	13 227	0
Total	**1 029 483**	**7.77**

In 2015 the largest volume of long-term liabilities falls on issued bonds and amounts to 728 530 TUSD with a cost of 8.25%. The lowest volume is on the obligations under the lease – 9 595 TUSD. The average annual cost of MHP's long-term liabilities is 7.77%.

Table 5 – Cost of short-term liabilities of MHP S.A. in 2015

Indicators	Sum, TUSD	Interest on loan, %
Trade payables	47 669	0
Other short-term liabilities	39 320	0
Bank loans	249 057	6.74
Issued bonds	-	0
Accrued interest	23 328	6.74
Obligations under the lease	14 027	7.97
Total	**373 401**	**5.22**

Among the short-term liabilities of MHP S.A. in 2015 the most significant are bank loans (249 057 TUSD with a cost of 6.74%) and trade payables (47 669 TUSD). At the same time, the weighted average cost of short-term liabilities is 5.22%.

Cost of MHP S.A. equity capital is calculated by using the CAPM method. Iinitial data for the calculation is presented in Table 6.

Table 6 – Iinitial data for the calculation of the capital cost of MHP S.A. and Kernel Holding S.A. [9-12]

Indicators	Values	
	2014	2015
$R_{f\ (risk\text{-}free\ rate)}$	2.125	2.412
β	0.66	0.63
Market bonus (Rm-Rf)	13.9	14.6
CRP (country bonus)	11.25	15.01

The calculation of the liabilities actual cost was carried out on the basis of data presented in the reports on the results of economic activities [13]. The results of calculating the weighted average cost of equity and debt capital for two years are presented in Table 7.

Table 7 – Weighted average cost of equity and debt capital of MHP S.A. in 2014-2015

Indicators	2014			2015			Absolute deviation of the structure
	Sum, TUSD	Specific weight, %	Weighted average capital cost	Sum, TUSD	Specific weight, %	Weighted average capital cost	
Equity capital	945 522	41	33.37	672849	32	42.65	
Long-term liabilities	919701	40	7.3	1029483	50	7.77	-9
Short-term liabilities	428265	19	6.84	373401	18	5.22	10
Total liabilities	1347966	59	7.15	1402884	68	7.09	-1
Total	**2293488**	100	**17.14**	**2075733**	**100**	**17.6**	9

MHP S.A. capital in 2015 decreased by 217 755 TUSD. The share of equity capital in 2015 decreased by 9%, while the sum of liabilities increased by 54 918 TUSD. This was due to the increase in long-term liabilities by 109 782 TUSD and the decrease in short-term liabilities by 54 864 TUSD.

The calculations show a large difference between the cost of equity (33% and 43%) and debt (7%). Due to this, the weighted average MHP S.A. cost was at the level of 17.14-17.6%. To determine the optimal capital structure, it is necessary referring to the credit rating depending on the debt load (Table 8 [9]).

Table 8 – Credit rating depending on the debt load

D/(D+E)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Raiting	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BB B	BBB-
D/(D+E)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
Raiting	BB+	BB	BB-	B+	B	B-	CCC+	CCC	CCC-	

The default spread depends on the credit rating (Table 9 [14]).

Table 9 – Default spread depending on the credit rating

Raiting	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BBB	BBB-
default_spread	0.4	0.55	0.7	0.775	0.85	1	1.3	1.65	2	2.5
Raiting	BB+	BB	BB-	B+	B	B-	CCC+	CCC	CCC-	
default_spread	3	4	4.75	5.5	6.5	7.25	8	9	9.8	

Based on the various indicators of the debt load and the return on equity and debt capital calculated for each of them, the WACC indicator can be determined (Tables 10 and 11).

Table 10 – Calculation of the WACC indicator for MHP S.A. in 2014

Wd	We	Raiting	default_spread	rd	re	D/E	WACC
0	100	AAA	0.4	2.950	22.55	0.00	22.55
5	95	AA+	0.55	3.100	22.94	0.05	21.92
10	90	AA	0.7	3.250	23.38	0.11	21.31
15	85	AA-	0.78	3.325	23.88	0.18	20.70
20	80	A+	0.85	3.400	24.43	0.25	20.10
25	75	A	1.00	3.550	25.06	0.33	19.52
30	70	A-	1.3	3.850	25.77	0.43	18.99
35	65	BBB+	1.65	4.200	26.60	0.54	18.50
40	60	BBB	2	4.550	27.56	0.67	18.03
45	55	BBB-	2.5	5.050	28.70	0.82	17.65
50	50	BB+	3	5.550	30.07	1.00	17.31
55	45	BB	4	6.550	31.74	1.22	17.24
59	41	BB-	4.6	7.150	33.37	1.44	17.14
60	40	BB-	4.75	7.300	33.83	1.50	17.12
65	35	B+	5.5	8.050	36.52	1.86	17.07
70	30	B	6.5	9.050	40.10	2.33	17.23
75	25	B-	7.25	9.800	45.12	3.00	17.31
80	20	CCC+	8	10.550	52.64	4.00	17.45
85	15	CCC	9	11.550	65.18	5.67	17.83
90	10	CCC-	9.8	12.350	90.25	9.00	18.14

According to calculations, WACC takes on a minimum value of 17.07 with a capital structure: 65% of equity and 35% of debt capital. It is this structure that should be considered as optimal one. The level of the debt load in 2014 was 59% and the WACC – 17.14. Thus, the capital structure of MHP S.A. in 2014 was close to optimal.

PUBLISHED

Table 11 – Calculation of the WACC indicator for MHP S.A. in 2015

Wd	We	Raiting	default_spread	rd	re	D/E	WACC
0	100	AAA	0.4	1.45	27.25	0	27.25
5	95	AA+	0.55	1.60	41.62	0.05	39.60
10	90	AA	0.7	1.75	42.47	0.11	38.36
15	85	AA-	0.78	1.83	27.95	0.18	23.98
20	80	A+	0.85	1.90	28.51	0.25	23.12
25	75	A	1.00	2.05	29.13	0.33	22.27
30	70	A-	1.3	2.35	29.85	0.43	21.47
35	65	BBB+	1.65	2.70	30.68	0.54	20.72
40	60	BBB	2	3.05	31.65	0.67	19.99
45	55	BBB-	2.5	3.55	32.79	0.82	19.35
50	50	BB+	3	4.05	34.16	1.00	18.74
55	45	BB	4	5.05	35.84	1.22	18.40
60	40	BB-	4.75	5.80	37.93	1.50	18.03
65	35	B+	5.5	6.55	40.63	1.86	17.71
68	32	B	6.3	7.35	42.65	2.13	17.75
70	30	B	6.5	7.55	44.22	2.33	17.60
75	25	B-	7.25	8.30	49.25	3.00	17.42
80	20	CCC+	8	9.05	56.79	4.00	17.29
85	15	CCC	9	10.05	69.36	5.67	17.41
90	10	CCC-	9.8	10.85	94.50	9.00	17.46

In 2015, according to calculations, optimal for MHP S.A. there was a capital structure with 80% of debt and 20% of equity capital (WACC 17.29). Since the actual level of the debt load was 68% (WACC 17.75), it is advisable for MHP S.A. to consider increasing the share of debt capital to achieve the optimal weighted average cost.

Determination of the optimal structure of the «Kernel» company

Kernel Holding S.A. ("Kernel") is the leading diversified agroindustrial company in the Black Sea region. Exporting annually about 7 million tons of agricultural products, "Kernel" is the largest supplier of sunflower oil and extraction cake to the international market, and one of the largest grain exporters from the Black Sea region.

Being an export-oriented company, "Kernel" operates a large assets base that is necessary for efficient and uninterrupted supply of agricultural products produced in Ukraine and Russia in excess of domestic

consumption. The company's assets include farm enterprises in the black-soils regions of Ukraine, oil extraction plants located in the sunflower growing zone, the largest private network of grain elevators throughout our country, port terminals on the Black Sea coast of Ukraine and Russia. The company's business model is based on leading positions in all key segments, on an experienced team of professionals and on competent risk management.

The company's activities are concentrated in the following business segments: sunflower oil production; export of sunflower oil and cereals; distribution of bottled oil in the domestic market; provision of services for transshipment of grain cargo in the port of Illichivsk and the ports of Nikolaev; storage of grain and oil seeds in internal elevators; agroproduction. The total number of employees exceeds 14 000 people. Vast majority of them work at agro-enterprises, oil extraction plants, grain elevators and port transshipment terminals.

The company produces products under the trademarks "Schedryiy Dar", "Stozhar", "Chumak Domashnyaya", "Chumak Zolota". The company accounts for about 8% of world production of sunflower oil. "Kernel" exports its products to more than 60 countries in the world. Among the main markets there are: India, EU countries, Egypt and Turkey. Kernel's facilities process 3 million tons of sunflower seeds per year, which allows obtaining 1.3 million tons of sunflower oil and about 1.2 million tons of sunflower extraction cake.

Kernel Holding S.A. is a joint-stock company registered in Luxembourg. Its securities are quoted on the Warsaw Stock Exchange.

"Kernel" key performance indicators for 5 years are presented in Table 12.

Table 12 – «Kernel» key performance indicators [15]

Year	Revenue from sales, TUSD	EBITDA, TUSD	Operating profit, TUSD	Net profit / loss, TUSD	ROE, %	ROA, %
2011	2 071,80	318 830	257 297	210 782	12.16	15.06
2012	2 796,80	287 560	200 891	105 253	8.49	12.15
2013	2 393,30	223 065	128 717	-107 406	6.71	11.62
2014	2 329,50	396 576	335 557	95 533	22.90	27.06
2015	1 988,50	346 374	287 190	226 844	19.03	22.95

The main results of activity in dynamics over 5 years are presented on the figures (Fig. 3 and Fig. 4).

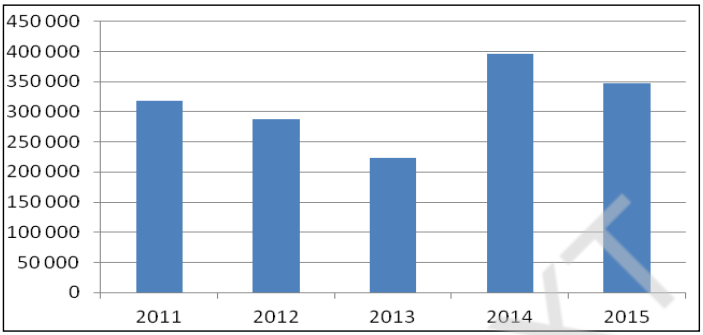


Fig. 3 Dynamics of changes in "EBITDA" of «Kernel», TUSD

In the period from 2011 to 2013 there is a downward trend in the "EBITDA" indicator, and in subsequent years the indicator is growing.

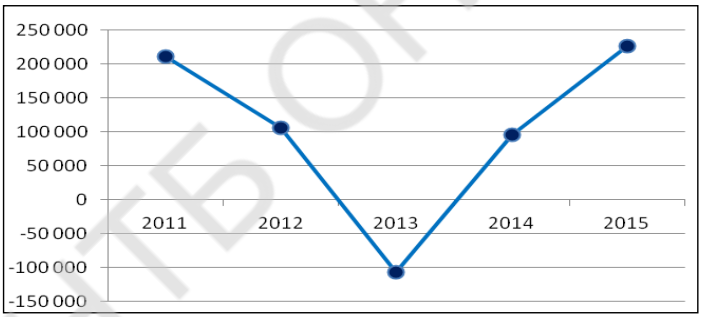


Fig. 4 Dynamics of changes in "Net profit / loss" of «Kernel», TUSD

The activity of Kernel is profitable – a net profit at the level of 95-226 million USD per year, except for 2013 when a net loss amounted to 107.4 million USD due to the unfavorable political situation in Ukraine, fall in commodity prices and hryvnia devaluation. In 2014-2015 the company managed to improve the situation and significantly improve its financial results.

To calculate the weighted average capital cost, it is necessary to determine the cost of equity and liabilities (long-term and short-term).The

calculation of the cost of long-term and short-term liabilities is presented in Tables 13,14,15 and 16.

Table 13 – Cost of long-term liabilities of «Kernel» in 2014

Indicators	Sum, TUSD	Interest on loan, %
Bank loans	88 901	7.21
Issued bonds	6 277	6.94
Obligations under the lease	1 879	0
Deferral of tax liabilities	19 613	0
Total	**116 670**	**5.87**

The largest share of the cost of long-term liabilities is bank loans, their amount is 88 901 TUSD and the cost is 7.21%. The lowest share is the obligations under the lease – 1 879 TUSD. The average annual cost of Kernel's long-term liabilities is 5.87%.

Table 14 – Cost of short-term liabilities of «Kernel» in 2014

Indicators	Sum, TUSD	Cost, %
Trade payables	27 384	0
Other short-term liabilities	63 380	0
Bank loans	298 005	6.81
Accrued interest	69 335	7.21
Total	**458 104**	**5.52**

The largest amount of short-term liabilities of "Kernel" are bank loans (298 005 TUSD with a cost of 6.81%) and accrued interest (69 335 TUSD with a cost of 7.21%). At the same time, the weighted average cost of short-term liabilities is 5.52%.

Table 15 – Cost of long-term liabilities of «Kernel» in 2015

Indicators	Sum, TUSD	Cost, %
Bank loans	81 841	7.30
Issued bonds	2 275	10.55
Obligations under the lease	37 736	0
Deferral of tax liabilities	17 143	0
Total	138 995	4.47

ITB CHAKT

The largest volume of long-term liabilities falls on bank loans. Their amount is 81 841 TUSD with a cost of 7.30%. The lowest volume is on the issued bonds – 2 275 TUSD. The average annual cost of Kernel's long-term liabilities is 4.47%.

Table 16 – Cost of short-term liabilities of «Kernel» in 2015

Indicators	Sum, TUSD	Cost, %
Trade payables	41 910	0
Other short-term liabilities	179 615	6.55
Bank loans	76 945	0.00
Accrued interest	74 835	7.30
Total	**373 305**	**4.61**

Among the short-term liabilities of "Kernel" the largest share is made up of other short-term liabilities (179 615 TUSD with a cost of 6.55%) and bank loans (81 330 TUSD). At the same time, the weighted average cost of short-term liabilities is 4.61%. Kernel's equity capital cost is calculated using the CAPM method based on the initial data of Table 9.

Table 17 – Weighted average cost of equity and debt capital of «Kernel» in 2014-2015

Indicators	2014			2015			Absolute deviation of the structure
	Sum, TUSD	Specific weight, %	Weighted average capital cost	Sum, TUSD	Specific weight, %	Weighted average capital cost	
Equity capital	890 844	61	27.4	997 055	66	30.5	5
Long-term liabilities	116 670	8	4.36	138 995	9	4.47	1
Short-term liabilities	458 104	31	5.52	373 305	25	4.61	-6
Total liabilities	574 774	39	5.28	512 300	34	4.57	-5
Total	**1 465 618**	**100**	**18.41**	**1 509 355**	**100**	**21.4**	0

НТБ ОНАХТ

In 2015 the total capital of "Kernel" increased by 43 737 TUSD, which was due to an increase in the amount of equity by 106 211 TUSD and a decrease in the amount of debt funds by 62 474 TUSD. At the same time short-term liabilities increased by 84 799 TUSD (by 6%) and long-term – by 22 325 TUSD (by 1%). More expensive equity capital (27% in 2014 and 30% in 2015) is offset by a cheap debt capital (5% and 4.5%). That is why the weighted average capital cost of "Kernel" in 2014-2015 was at the level of 18-20%.

Table 18 – Calculation of the WACC indicator for «Kernel» in 2014

Wd	We	Raiting	default_spread	Rd	Re	D/E	WACC
10	90	AA	0.7	4.080	23.38	0.11	21.38
15	85	AA-	0.7750	4.155	23.88	0.18	20.81
20	80	A+	0.85	4.230	24.43	0.25	20.24
25	75	A	1.00	4.380	25.06	0.33	19.69
30	70	A-	1.3	4.680	25.77	0.43	19.19
35	65	BBB+	1.5	4.880	26.60	0.54	18.69
39	61	BBB+	1.9	5.280	27.36	0.64	18.38
40	60	BBB	2	5.380	27.56	0.67	18.30
45	55	BBB-	2.5	5.880	28.70	0.82	17.96
50	50	BB+	3	6.380	30.07	1.00	17.65
55	45	BB	4	7.380	31.74	1.22	17.61
60	40	BB-	4.750	8.130	33.83	1.50	17.53
65	35	B+	5.5	8.880	36.52	1.86	17.51
70	30	B	6.5	9.880	40.10	2.33	17.70
75	25	B-	7.25	10.630	45.12	3.00	17.82
80	20	CCC+	8	11.380	52.64	4.00	17.99
85	15	CCC	9	12.380	65.18	5.67	18.41
90	10	CCC-	9.8	13.180	90.25	9.00	18.75

In 2014 the capital structure was optimal at a ratio of 65% of debt capital and 35% of equity capital, since the minimum WACC (17.51%) was observed. In fact, in 2014 Kernel had 39% of debt capital and WACC 18.38%, i.e. the capital structure was not optimal.

НТБОНХТ

Table 19 – Calculation of the WACC indicator for «Kernel» in 2015

Wd	We	Raiting	default_spread	Rd	Re	D/E	WACC
10	90	AA	0.7	3.690	27.46	0.11	25.01
15	85	AA-	0.7750	3.765	27.95	0.18	24.22
20	80	A+	0.85	3.840	28.51	0.25	23.43
25	75	A	1.00	3.990	29.13	0.33	22.67
30	70	A-	1.3	4.290	29.85	0.43	21.95
34	66	BBB+	1.58	4.570	30.51	0.54	21.41
35	65	BBB+	1.65	4.640	30.68	0.64	21.27
40	60	BBB	2	4.990	31.65	0.67	20.63
45	55	BBB-	2,5	5.490	32.79	0.82	20.06
50	50	BB+	3	5.990	34.16	1.00	19.54
55	45	BB	4	6.990	35.84	1.22	19.28
60	40	BB-	4,750	7.740	37.93	1.50	18.98
65	35	B+	5,5	8.490	40.63	1.86	18.74
70	30	B	6.5	9.490	44.22	2.33	18.71
75	25	B-	7.25	10.240	49.25	3.00	18.61
80	20	CCC+	8	10.990	56.79	4.00	18.57
85	15	CCC	9	11.990	69.36	5.67	18.76
90	10	CCC-	9.8	12.790	94.50	9.00	18.89

In 2015 the minimum WACC (18.57%) was observed with a debt capital share – 80%.Since the actual level of the debt load is 34% and WACC is 21.41, the company can raise additional debt capital which will positively affect the total capital cost.

Conclusions

The capital of agricultural holdings of Ukraine is formed under the influence of disproportion – the high equity capital cost and low debt capital cost on the European stock markets. The high cost of equity is due to the low credit rating of Ukraine and the high risk of entrepreneurial activity in our country.

In general the capital structure of both MHP S.A. and "Kernel" is not optimal, but tends to it. Management of companies can increase the share of debt capital, since its cost is cheaper than the cost of equity. But it should be borne in mind that due to increased liabilities, the risk of insol-

vency increases, and this in turn can lead to bankruptcy of companies. Hence, the possible consequences of the debt capital share increase should be taken into account. Consequently, the decision of the company's managers must be verified and weighed.

References

1. Diduh S.M. Ocinka finansovogo stanu ta dy`namiky` rozvy`tku agroxoldy`ngiv Ukrayiny` / S.M. Didux // Ekonomika xarchovoyi promy`slovosti. – 2015. – S. 41–49.

2. Modigliani F. The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment / F. Modigliani, M. H. Miller. // Amer. Econ. Rev. – 1958. – C. 261–297.

3. Williams J. The Theory of Investment Value / J. Williams. – Cambridge: MA: Harvard University Press, 1938. – 638 c.

4. Vorontsov D. A. Otsenka optimalnoy strukturyi kapitala kompaniy MD MEDICAL GROUP i X5 RETAIL GROUP / D. A. Vorontsov, N. A. Zubkov. // Korparativnyie finansyi. – 2014. – №1(29) – S. 99–107.

5. Ivashkovska I. V. Struktura kapitala: rezervyi sozdaniya stoimosti dlya sobstvennikov kompanii / I. V. 5. Ivashkovska, A. S. Kupriyanov. // Upravlenie kompaniey.. – 2005. – №2. – S. 1–5.

6. Opredelenie optimalnoy strukturyi kapitala rossiyskih kompaniy na primere OAO «Magnit» i OAO «Lukoyl» / [M. M. Kalimulin, N. A. Menshova, I. M. Usok ta In.]. // Korporativnyie finansyi. – 2014. – №2. – C. 59–76.

7. Teplova T. V. Investitsii / T. V. Teplova. – Moskva: Yurayt, 2011. – 724 c.

8. U.S. 7-Year Bond Yield [Electronic resource]. – 2017. – Access mode: https://www.investing.com/rates-bonds/u.s.-7-year-bond-yield.

9. The Sovereign Spread of Ukraine [Electronic resource] – Access mode: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/.

10. The Trading Economics credit rating [Electronic resource] – Access mode: http://www.tradingeconomics.com/country-list/rating.

11. Koeficiyent chutly`vosti do ry`zy`kiv [Electronic resource] – Access mode: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/.

12. The market premium for the US market. [Electronic resource] – Access mode: http://corporate.morningstar.com/ib/documents/targetmaturity/Ibbotson-Target-Risk-Report-Q1-2014.pdf.

13. Konsolidovany`j zvit menedzhmentu Rady` Dy`rektoriv MHP S.A. za 2015 r. [Electronic resource] – Access mode: http://www.mhp.com.ua/library/file/mhp-sa-fs-2015-ukr-final_1.pdf.

14. Spread of default based on the credit rating [Electronic resource] – Access mode: http://www.pages.stern.nyu.edu/~adamodar/.

15. Kernel Holding S.A. Annual Report and Accounts 30 June 2016 [Electronic resource] – Access mode: http://www.kernel.ua/media/uploads/library/16/12/KERNEL_FY2016_Annual_ Report_2.pdf.

НТБ ОНАХТ

BASIS OF INTELLECTUAL SECURITY MANAGEMENT OF THE ENTERPRISE

Author – Kemskaya V.
Supervisor – Maznyk L.
National University of Food Technology

The work consists oftheoretical and practical principles of management of intellectual security of the enterprise.

In Section 1 the theoretical and methodological principles of research of intellectual security of the enterprise have been considered. The peculiarities of the system of indicators of intellectual security management of the enterprise have been characterized.

In Section 2the activities of the enterprise, the processes of personnel movement at LLC "Theme Fashion Ukraine" have been analyzed, the innovation level of the enterprise, the level of development of employees and the level of material incentives have been assessed.

In Section 3a methodological approach to the formation of the integral indicator of the enterprise's intellectual safety management system has been developed and the potential of taxonomic analysis to assess the effectiveness of management of the level of intellectual security has been used. In the work the system of indicators of estimation of intellectual security is offered (in section 1 there is a method of their calculation, and in section 2 – calculation). The proposed quantitative methods for assessing of the level of intellectual security have allowed us to estimate the dynamics of this complex phenomenon.

The calculations have been carried out using MS Excel.

Introduction

Actuality of theme. At the current stage of development of Ukrainian enterprises, the organization of the process of enterprise management in the direction of forecasting and neutralizing various hazards and threats, as well as actualization of the potential of the company to provide management of intellectual security remains extremely relevant. Current issues of intellectual security management and assessment of its level remain. They are so dynamic that appropriate research should be done taking into account time requirements.

Many scientists pay particular attention to methods of assessing and building the foundations of intellectual security, but the issue of managing the intellectual security of enterprises in a context of constant changes remains unsolved.

The purpose of the study is to develop methodological, organizational and practical provisions for improving the effectiveness of intellectual security management by LLC "Theme Fashion Ukraine". by introducing the methods for monitoring of intellectual securitylevel.

The object of the research is the processes of management of intellectual security at the enterprise.

The subject of the study is theoretical, methodological and practical provisions for the management of intellectual security at LLC "Theme Fashion Ukraine" in today's dynamic conditions. To achieve this goal, the following *tasks* are set and solved:

- the meaningful interpretation of the concepts "intellectual security of the enterprise" and "management of intellectual security of the enterprise" is disclosed;

- the corresponding system of indicators of the level of management of intellectual security of the enterprise is determined;

- the methodical principles of studying the efficiency of management of intellectual security of the enterprise and practical approaches to the implementation of the system for assessing the level of intellectual security have been developed ";

- the main problems of intellectual security management were determined and directions of solving these problems at the given enterprise were offered.

Research methods. The system uses general scientific and special research methods, such as: monographic (for the study of basic concepts and categories); methods of observation, analogies and qualitative analysis (for the study of the state of intellectual security); expert methods (to conduct a survey on the importance of indicators of the level of intellectual security); quantitative methods are used to calculate absolute and relative values, integral indicators of the level of intellectual security; taxonomic analysis (for assessing the level of intellectual security in the dynamics).

Information provision: legislative acts, normative-legal support of the personnel service at the enterprise, textbooks, specialized periodicals, works of domestic and foreign specialists concerning the research topics, financial and statistical reporting of the enterprise.

Section 1. Theoretical and methodical basis of intellectual security of the enterprise

The problem of intellectual security affects the overall development of an enterprise and ensures its effectiveness in a highly competitive environment. Typically, different authors determine intellectual security by analogy with financial and economic security without the inclusion of the category "intellectual property".Actuallycategory of intellectual property, its management and protection, connection with innovations, problems of estimation of intellectual resources, formation and use of intangible assets were studied by Bezzub I., Belous-Sergeeva S.O., Bliznychenko M.O., Boyar A.O. , Bubenko P.T., Butnik-Siversky O., Valieva Zh.R., Vachevsky M.V., Vovna I.M., Gorovy D.A., Gusakovskaya T.O., Dytyar A.O., Deming E., Zharov VA, Zinov VG, Illyashenko SM, Idris K., Karpukhin SI, Kendiukhov O.V., Krain'ev P.P., Kuzmin O.Ye., Lukichev L.I., Mintsberg G., Mokherny S., Olekhnovich G.I., Pererva P.G. , Semenova VG, Tsybulskaya L.O., Cherevko G.V., Cherep AV, Yastremskaya O.M.In the Economic Encyclopedia, it is defined as "ownership of the results of intellectual activity and products of intellectual creative work, which, in relation to legal relations, is a combination of objects of the author's inventive law, as well as rights related to various types of industrial property and protection against unfair competition".According to V.O. Zharov: "Intellectual security of the enterprise is a quantitatively and qualitatively determined level of economic, innovation and personnel situation of the enterprise that provides stable protection of the priority balanced financial interests from the revealed real and potential threats of external and internal character, the parameters of which are determined on the basis of its managerial philosophy and create necessary prerequisites for financial support for its steady growth in the current and prospective period "[56].But in our opinion, the concept of intellectual security should be based on a system of measures that promotes the protection of intellectual property and its effective use.Such a system of measures should include an adequate definition of the level of intellectual security and, accordingly, protection against unfair competition. This approach can be used to determine the content of intelligent security management activities.In order to assess the level of management of intellectual security in the enterprise, I consider it expedient to consider the indicators given in Table 1.1.

Table 1.1 – Indicators of level of management of intellectual security

№	Indicator	Method of calculation	Note
1.	Science-intensive index	$I_s = \frac{Er}{Sv}$ (1.1)	Er – expenses for R & D, UAH; Sv – sales volume, UAH
2.	Index of Innovative Potential of the Enterprise	$I_{in} = \frac{Nip}{Ni}$ (1.2)	Nie – number of innovative technologies; Ni – the total number of innovative implementations
3.	Frame turnover index	$I_{st} = \frac{Ndw}{Na}$ (1.3)	Ndw – number of dismissed workers on their own, persons; Na – the average number of employees, persons.
4.	The index of educational level of employees	$I_{el} = \frac{Nhe}{Na}$ (1.4)	Nhe – number of employees with higher education, persons
5.	Employee Development Index	$I_d = \frac{Nretr}{Na}$ (1.5)	Nretr – the number of employees who have undergone retraining, persons
6.	Index of material incentives for employees	$I_{mi} = \frac{Emat}{WF}$ (1.6)	Emat- expenses for material incentives of employees, UAH; WF – wage fund, UAH
7.	Status of Incentive Index	$I_{stat} = \frac{Ninc}{Na}$ (1.7)	Kpidw – the number of employees who received an increase, persons
8.	Integral indicator	$I_{int} = I_j^* * w_j$ (1.8)	w_j- specific weight of the j-th indicator, which is determined by expert survey, I_j^* – normalized values of the j-th indicator (stimulators and stimulators), where n is the number of indicators (in the proposed system of such indicators 7), j is the index number, j = 1, ..., 7

Improved by the author for [54, 67]

НТБОНХТ

The assessment of the effectiveness of the management of intellectual security of the enterprise should be carried out according to certain criteria and their corresponding groups of indicators, which enables to analyze some aspect of management efficiency in the dynamics of past years and draw conclusions about the planned trends and develop a set of measures aimed at eliminating deficiencies and improving a certain aspect of management.

For each criterion, I consider, it`s expedient to calculate the integral efficiency indicator, which is calculated according to the formula 8 tables. 1.1. To assess the overall effectiveness of intellectual security management, I propose to apply a "multidimensional" method of simplicity. That is, you need to divide the sum of all integral indicators determined by the j-th criterion into a total number of performance criteria:

$$I_{ov} = \sum_{j=1}^{m} \frac{I_{int}}{m} \quad (1.9)$$

where I_{ov} is the value of the integral efficiency coefficient according to the j-th criterion;

m – number of criteria for the effectiveness of intellectual property management.

Note that the methods of evaluation, which involve the use of specific gravity of indicators (heuristic methods, methods of expert assessments) have the main significant drawback – the subjectivity of the evaluation and the choice of the coefficient of significance in relation to one or another indicator. Subjective expert judgment may distort evaluation results. However, I think that the key issue with regard to the reliability of the results of the evaluation by such a method is to adhere to the conditions for the involvement of specialists in the group of experts who represent all aspects of the formation process of intellectual security of the company: marketers, engineers, employees of the patent and innovative unit, economists, technologists, etc. The participation of these specialists will allow us to examine the investigated processescomprehensively and to neutralize the subjective assessment of each participantsubstantially [79, p. 184].

Section 2. Analysis of the activity of the theme of modern Ukraine LLC and the level of its intellectual security

Theme Fashion Ukraine LLC is defined as a subsidiary of the holding company LC Waikiki and has more than 10% of foreign investments in its authorized capital. Information security policy: information security risks

"confidentiality", "integrity" and "availability" of information assets must be managed effectively and the information security management system should be continuously improved in order to maintain the reputation and value of the brand in the eyes of employees, customers, contractors and the public, and should comply with laws and treaties concluded with third parties (business partners, clients and contractors). The values of LLC Theme Fashion Ukraine are based on the values of LC Waikiki: to be customer-oriented; act honestly and fairly; respect for differences; modesty; continuous education and development; the belief that nothing is impossible.

LLC "Theme Fashion Ukraine" in its assortment group has high-tech products. One type of high-tech products is the production of enzyme-based washing (this is a type of washing, in which the indigo dye is mostly not removed, therefore the color is preserved). The color of the thing remains dark, and the fabric is softened. Let's consider the dynamics of high-tech products of LLC "Theme Fashion Ukraine". for 2014 – 2016 (add A). Analyzing this information, we can conclude that each year the number of high-tech products increases, as well as the number of realized science-intensive products. The science-intensive index in 2015 compared with 2014 increased by 12.33% and was 0.82 and in 2016 it did not change. Spending on the production of high-tech products grew year by year. According to the company, a report on the use of innovative technologies was prepared.

The Index of Innovation Potential LLC Theme Fashion Ukraine is presented in Fig. 2.1.

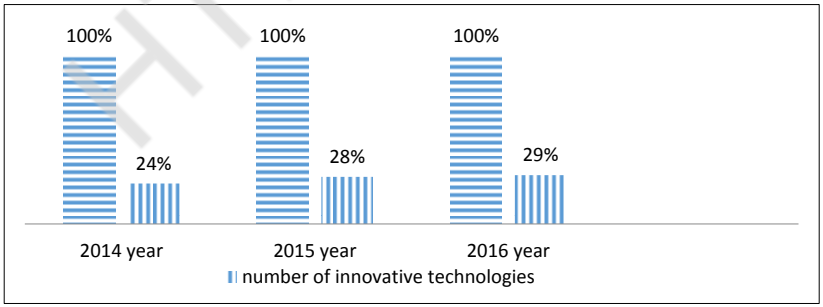
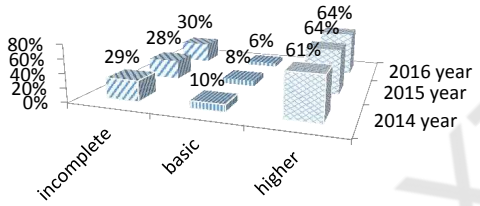


Fig. 2.1. Index of Innovative Potential LLC Theme Fashion Ukraine in 2014-2016

Consequently, this indicator for the company grows year after year. Therefore, one of the tasks of the enterprise is to ensure such a positive dynamics. The introduction of innovations in the activities of enterprises leads to a change in the content and nature of the work of employees, as well as changes in the professional qualifications of staff. Educational level of employees at LLC "Theme Fashion Ukraine" is presented in Fig. 2.2.



	incomplete	basic	higher
2014 year	29%	10%	61%
2015 year	28%	8%	64%
2016 year	30%	6%	64%

Fig. 2.2. The structure of the personnel of the enterprise by the level of education LLC "Theme Fashion Ukraine" in 2014-2016

The experience of work in this organization characterizes the consolidation of staff.

Statistics allocates the following periods for calculating this indicator: up to 1 year, 1-4, 5-9, 10-14, 15-19, 20-24, 25, 30 and more years.

So, after analyzing the staff structure of LLC "Theme Fashion Ukraine", I want to draw attention to the fact that the share of workers with higher education and the share of those who work for more than one year is increasing. These and other factors have a direct impact on Intellectual Security LLC Theme Fashion Ukraine. The model of training organization LLC Theme of Fashion Ukraine consists of the following stages: planning, implementation and evaluation of the results. The financing of personnel training at LLC "Theme Fashion Ukraine" takes place at the expense of the organization. It involves the development and justification of cost items in conjunction with the indicators of the business plan, social development plans and it`s reflected in a collective agreement. The Index of Employee Development is presented in Appendix B.

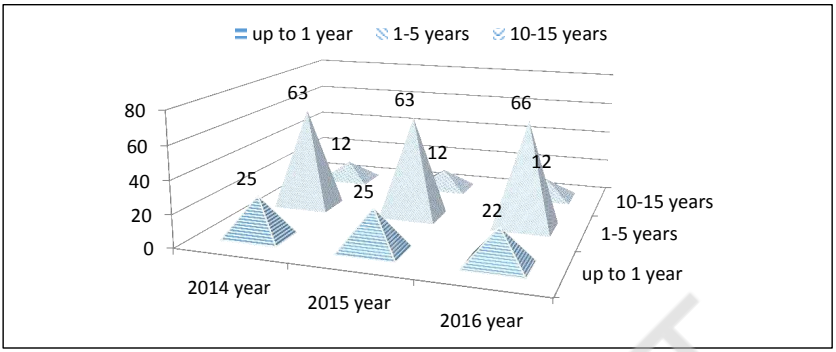


Fig. 2.3. The structure of the personnel for the period of work of LLC "Theme Fashion Ukraine" in 2014-2016

In order to find out how the training of staff and the improvement of the skills of employees at LLC Theme Fashion Ukraine affects the intellectual security of an enterprise, it is necessary to consider the cost of training expenses (Appendix B).

Consequently, we can conclude that in 2016, at the theme of Fashion Ukraine LLC, the average contingent for the issuance of workers was 43 people, the cost of training is 4512,64 * 43 = 194043,52 UAH. The number of employees trained and dismissed is 14 people. You can consider the cost of training as an investment in labor potential, and the cost of these investments as a level of intellectual security. The investment cost is 14 * 4512,64 = 63176,96 UAH. The level of protection is: 100 – (63176,96 / 194043,52) * 100 = 67%. Thus, Intellectual Security at Theme Fashion Ukraine LLC is not effective only in terms of staff turnover. A quantitative description of the status of work with the personnel reserve at LLC "Theme Fashion Ukraine" can give the following indicators:

1) The effectiveness of training managers in the middle of the organization (Epid.)

$$\text{Epid.} = \frac{\text{Number of key posts for the period occupied by the reserve}}{\text{Number of posts retired during the period}} \qquad (2,1)$$

Resiliency of the reserve (Pres.)

$$\text{Pres.} = \frac{\text{The number of reservists who left the company during the year}}{\text{The average number of reservists for the period}} \qquad (2,2)$$

Average term of stay in reserve (t.)

$$\text{трез} = \frac{\text{Number of years in reserve before the post}}{\text{Number of reserve persons who took office}} \quad (2,3)$$

2) Readiness of the reserve (Rev.)

$$\text{Twilight} = \frac{\text{The number of key positions with successors}}{\text{Eng.what is the key positions}} \quad (2,4)$$

Using the formulas 2.1-2.4, and the values of the indicators of the enterprise, we build a table of calculation of indicators of the use of personnel reserve at LLC "Theme Fashion Yukrey" (Appendix G). Analyzing these calculations, one can conclude that the "Theme of Fashion Ukraine" LLC has rather high indicators of formation and use of the reserve. It should be noted at the outset that for the three years analyzed, the value of the main indicators of the reserve has practically not changed. In particular, the readiness of the staff reserve is 45-50%, which indicates the expediency of finding management positions of the company for which no reserve is formed and determining the need to create a reserve for these positions. The average staffing time in the reserve is only 1.2 years, and the effectiveness of training employees within the range of 75-100% is maintained. This high efficiency is due to the personnel policy of the company, as well as the efficiency and feasibility of training and retraining of the staff in reserve. And, finally, the fluidity of the reserve, which varies from 7.5% to 10.7%, in my opinion, depends directly on the fluidity of all the personnel of the company, and since the turnover of the personnel on LLC "Theme Fashion Ukraine" is on average 10 %, then the fluidity of the reserve is also low.

Differentiation of official salaries is carried out on the basis of salary schemes, which include a list of posts and a "plug" between the minimum and maximum salaries for each post. When establishing a specific salary, the employee takes into account his business qualities, the volume and quality of his functions, the degree of his responsibility, the level of qualification, etc. Employees are awarded the main system for interest in improving the overall performance of the organization and additional systems that stimulate the implementation of certain types of work. Additional systems provide incentives for innovation, resource savings, and more. Managers in the organization have the right to financial incentives. According to the results of economic activity, the manager makes bonuses to employees, determines the size of increase, decrease, full or partial failure to pay premiums for non-fulfillment of indicators, shortcomings in the work. To determine the material incentive index, you need to calculate the proportion

of additional wages, namely the accrual of premiums, to the main wage fund. Determine the index of material incentives for LLC Theme of Fashion Ukraine for 2014-2016 (addendum D).

Analyzing the data of Appendix D, one can conclude that the accrual of premiums increased every year, the largest share in 2015, but in comparison with last year, the financial incentive fund in 2016 increased by only UAH 247 thousand, or by 3.07 % The index of material incentives on average is 0.24.

Section 3. Methodological approaches to integral assessment of the intellectual security level LLC "Theme Fashion Ukraine"

We will evaluate the effectiveness of the components of the intellectual security management system at LLC "Theme Fashion Ukraine" using the taxonomic method. The enterprise's intellectual security is a quantitatively and qualitatively determined level of the economic, innovation and personnel situation of the enterprise, which ensures the stable protection of its priority balanced financial interests from identified real and potential threats of external and internal character, the parameters of which are determined on the basis of its managerial philosophy and create the necessary preconditions offinancial support for its steady growth in the current and prospective period [56]. In order to make effective management decisions, an enterprise must adequately determine the level of intellectual security, and, accordingly, the protection against threats, which has determined the relevance of this study.

We have developed a methodological approach to the formation of the integral indicator of the system of intellectual safety management of the enterprise at LLC "Theme Fashion Ukraine" and used the potential of taxonomic analysis to assess the effectiveness of management of the level of intellectual security. The following system of indicators for assessing the level of intellectual security is proposed (section 1 of the work contains a method for their calculation, and in section 2 – calculation by enterprise): the index of science-intensive; index of the innovative potential of the enterprise; frame turnover index; index of educational level of employees; index of employee development; index of material incentives for employees; status promotion index. To assess the importance of individual indicators, the method of expert evaluations was used and the consistency of their opinions was evaluated. An expert's assessment of the relative importance of the indicators is carried out by assigning them the number of points in the range from 0 to 500. Zero is assigned in the event that the

Table 3.1 – Expert Rating Point Matrix of the Intellectual Security Management System Performance Matrix

№	Indicator	Experts														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Science-intensive index	75	75	75	75	80	90	70	80	80	80	90	85	90	80	80
2	Index of Innovative Potential of the Enterprise	75	85	75	75	90	80	80	80	80	80	80	75	80	90	80
3	Frame turnover index	95	95	90	90	100	90	90	100	100	90	100	100	90	100	100
4	The index of educational level of employees	60	50	60	65	55	60	50	60	60	60	50	55	40	50	60
5	Employee Development Index	75	75	70	65	80	65	80	70	65	80	70	65	80	80	80
6	Index of material incentives for employees	70	70	70	75	55	65	70	60	65	55	60	65	80	60	60
7	Status of employee incentive index	50	50	60	55	40	50	60	50	50	55	50	55	40	40	40
8	Total	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

indicator is not, according to the expert, significant. the maximum number of points is assigned to what is most important. The data obtained in balls is punctured. Rank equal to one assigned to the least important indicator; rank with number n – most important. The following symbols have been introduced [40]: m – the number of experts who participated in the collective expert assessment; 1, 2, 3, ..., and, ... m, and – numbers of expert; n (7) – number of indicators; j-index of the indicator; mj (15) – number of experts who evaluated the j-th indicator; m100j – the number of the maximum possible marks (100 points) given to the j-th indicator; Cij – estimation of the value of the relative weight (in balls), provided by the i-m expert j-th indicator. The results of the survey are summarized in Table. 3.1.

Thus, the matrix has the same ranks in expert estimates, we will perform their reformatting, which is carried out without changing the opinion of the expert, that is, the rank number is stored (Table 3.2).

Table 3.2 – Reformatted matrix of ranks

№	Experts														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	4,5	5,5	5	4,5	6,5	4	5,5	5,5	5	6	6	6,5	4.5	5
2	5	6	5,5	5	6	5	6	5,5	5,5	5	5	5	4	6	5
3	7	7	7	7	7	6,5	7	7	7	7	7	7	6,5	7	7
4	2	1,5	1,5	2.5	2,5	2	1,5	2,5	2	2	1.5	1.5	1.5	2	2,5
5	5	4,5	3,5	2.5	4,5	3,5	4	4	3,5	5	4	3,5	4	4,5	5
6	3	3	3,5	5	2,5	3,5	4	2,5	3,5	2	3	3,5	4	3	2,5
7	1	1.5	1.5	1	1	1	1,5	1	1	2	1,5	1,5	1,5	1	1

We construct a matrix of ranks, tabl. 3.3 where

$$d = \sum x_{ij} - \frac{\sum\sum x_{ij}}{n} = \sum x_{ij} - 60 \qquad (3.1)$$

We conduct interim calculations to assess the consistency of the expert group (Table 3.3).

Table 3.3 – Assessment of the consensus of the expert group on the evaluation of indicators of the level of intellectual security

№	Indicator	Sum of ranks S_i	Deviations from the average amount of d_i	d_j^2
1	X_1	79,0	19,0	361,00
2	X_2	79,5	19,5	380,25
3	X_3	104,0	44,0	1936,00
4	X_4	29,0	-31,0	961,00
5	X_5	61,0	1,0	1,00
6	X_6	48,5	-11,5	132,25
7	X_7	19,0	-41,0	1681,00
Together	$\sum$	420,0		5452,50

According to these data, we analyze the rating of indicators of the system of intellectual safety management. We use the coefficient of concordance in order to assess the consistency of the expert group for the case of associated ranks (the same rank values in the estimates of one expert):

$$K_{con} = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3-n)-m\sum T_i} \quad (3.3)$$

where, S = 5452,5 ; n = 7 ; m = 15

$$T_i = \frac{1}{12}\sum(t_l^3 - t_l) \quad (3.4)$$

T_i –the number of elements that are repeated in the estimates of the i-th expert, tl – the number of elements of the 1st link for the i-th element (the number of repetitive elements).

$$K_{con} = \frac{5452,5}{\frac{1}{12}15^2(7^3-7)-15*25} = 0,92$$

K_{con} = 0,92, this indicates a high degree of consistency of expert opinions.

At the next stage, we will determine the estimation of the significance of the coefficient of concordation. To do this, use the Pearson criterion.

$$x^2 = \frac{S}{\frac{1}{12}m*n(n+1)+\frac{1}{n-1}\sum T_i} \quad (3.5)$$

$$x^2 = \frac{5452,5}{\frac{1}{12}15*7(7+1)+\frac{1}{7-1}25} = 82,82$$

Calculated x^2in comparison with the table value for the number of degrees of freedom$K = n - 1 = 7 - 1 = 6$ and at a given level of freedom, the value ofα = 0,05. Since the calculated x^2 (82,82) exceeds the table value (12,59159) [14, c. 112], thenK_{KOH}= 0,92 – the magnitude is not random, and the results obtained can be used in subsequent studies.So, a group of experts agreed. The spread of experts' opinions, which reflects the consistency of expert opinions, in addition to the concordance factor, is also estimated by statistical indicators, in particular:

1) average score j-th indicator

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} c_{ij}}{m_j} \quad (3.6)$$

2) 2) the variance of expert estimates for the j-th indicator

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{m_j - 1}\sum(c_{ij} - M_j)^2 \quad (3.7)$$

3) mean square deviation

$$\sigma = \sqrt{\sigma_j^2} \quad (3.8)$$

4) coefficient of variation of expert estimates of j-th indicator

$$V_J = \frac{\sigma_j}{M_j} * 100\ \% \quad (3.9)$$

Calculations are presented in Table. 3.4.

Variation is considered to be weak if ν <10%, if ν varies within the range of 11-25%, then the mean and significant at ν> 25%. In this case, there is a slight variation in estimates, only the educational level index, the material incentive index, and the status promotion index have an average variation. The coefficient of variation is an assessment of the reliability of the average score, in this case it is moderate, and therefore acceptable for further calculations. Perform the valuation of individual indicators and calculate weighted average values. The average weight of each factor (normalized score) is calculated by the formula:

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} W_{ij}}{\sum_{i=0}^{n}\sum_{i=1}^{m} W_{ij}};$$

Table 3.4 – Indicators of the variation of expert point scores for indicators of the level of intellectual security

№	Indicator	Average value in points (M_j)	Variance dispersion (σ_j^2)	Average square deviation ($\sqrt{\sigma_j^2}$)	Coefficient of variation (V_J, %)
1	Science-intensive index	80,33	34,89	5,91	7,35
2	Index of Innovation Capacity	80,33	21,56	4,64	5,78
3	Frame turnover index	95,33	21,56	4,64	4,87
4	The index of educational level of employees	55,67	39,56	6,29	11,30
5	Employee Development Index	73,33	38,89	6,24	8,50
6	Index of material incentives for employees	65,33	48,22	6,94	10,63
7	Status of employee incentive index	49,67	44,89	6,70	13,49

$$W_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=0}^{n} c_{ij}} \quad (3.10)$$

whereW_{ij} – weight (normalized evaluation), provided by the i-m expert j-th indicator;

W_j– is the total weight given by experts to the j-th indicator.

The results of the calculations of individual valuation (weight given by the i-m to the j-th indicator) by formula 3.10 are summarized in Apendix E.

Since the sum of the relative values assigned by each expert to all factors is equal to 1, then $\sum\sum_{j=1}^{n} W_{ij}$ is equal to the number of experts participating in the examination (added E). Indicators of intellectual security management are presented in Table 3.5.

Table 3.5 – Indicators of the assessment of the system of intellectual security management at LLC "Theme Fashion Ukraine" for 2014-2016

№	Indicator	Years			Absolute deviation (+,-)			Relative deviation (%)		
		2014	2015	2016	Years			Years		
					2016-2015	2016-2015	2016-2014	2015-2014	2016-2015	2016 - 2014
1.	Science-intensive index	0,73	0,82	0,82	0,09	-	0,09	12,3	-	12,33
2.	Index of Innovative Potential of the Enterprise	0,24	0,28	0,29	0,04	0,01	0,05	16,7	3,57	20,83
3.	Frame turnover index	0,192	0,192	0,096	0,02	-0,09	-0,07	-16,7	-64,3	-58,33
4.	The index of educational level of employees	0,61	0,64	0,64	0,03	-	0,03	4,92	-	4,92
5.	Employee Development Index	0,21	0,14	0,13	-0,07	-0,01	-0,08	-33,3	- 7,1	- 38,10
6.	Index of material incentives for employees	0,24	0,25	0,23	0,01	-0,02	-0,01	4,17	- 8,0	-4,17
7.	Status of employee incentive index	0,02	0,01	0,01	-0,01	-	-0,01	-50,0	-	-50,0

Table 3.6 – Weighted index of intellectual security management system at LLC "Theme Fashion Ukraine" for 2014-2016

№	Indicator	Years			Specific weight, *Wi*	Weighted index, *Kj*		
		2014	2015	2016				
1.	Science-intensive index	0,73	0,82	0,82	0,160	0,1168	0,1312	0,1312
2 .	Index of Innovative Potential of the Enterprise	0,24	0,28	0,29	0,159	0,03816	0,0445	0,04611
3.	Frame turnover index	0,192	0,192	0,096	0,188	0,036096	0,0361	0,018048
4.	The index of educational level of employees	0,61	0,64	0,64	0,113	0,06893	0,0723	0,07232
5.	Employee Development Index	0,21	0,14	0,13	0,145	0,03045	0,0203	0,01885
6.	Index of material incentives for employees	0,24	0,25	0,23	0,132	0,03168	0,033	0,03036
7.	Status of employee incentive index	0,02	0,01	0,01	0,103	0,00206	0,001	0,00103
	☐*Kj*				1,0	1,267246	1,2815	2,258203

НЕ ОРИГІНАЛ

Having considered Table 3.5, we can conclude that the indices are not stable. In order to determine how the change of indexes affects the level of intellectual security management, it is proposed to determine a weighted index of indices for a more detailed assessment. To do this, we multiply the indices by their specific weight, which was calculated on the basis of expert opinions, and calculate the integral index by summing up the weighted index. I want to notice that the frame turnover index, is a de-stimulator, therefore for the calculation of the integral index taken back value of the index. Calculation of the weighted indicator by the formula of the multidimensional average is given in Table. 3.6.

In order to make an effective management decision on the impact on the level of intellectual security, it is necessary to constantly search for the optimal interconnection between a set of economic, innovation and personnel components, whose change forms the intellectual security of the enterprise as a whole. The dynamics of the integral indicator testifies to the increase of the level of intellectual security. But this indicator can not be a sign of security management, so the potential of taxonomic analysis should be used to assess this level. The main purpose of using the taxonomy method is the information on the presence or absence of homogeneity of the studied aggregate of objects about certain local densities or rarity in this set of points-objects.

The baseline data for assessing the level of intellectual security management at Theme Fashion Ukraine LLC are weighted indicators of the knowledge intensity index, the index of innovation potential of the enterprise, the index of personnel stability, the index of educational level of employees, the index of employee development, the index of material incentives for workers, the status of employee incentive index. Construction of the taxonomic indicator of the level of intellectual security management at LLC "Theme Fashion Ukraine" is carried out in stages.

Stage 1. Formation of the matrix of observations (X) (Table 3.7).

Table 3.7 – The observation matrix

X =	0,1168	0,1312	0,1312
	0,03816	0,04452	0,04611
	0,036096	0,036096	0,018048
	0,06893	0,07232	0,07232
	0,03045	0,0203	0,01885
	0,03168	0,033	0,03036
	0,00206	0,00103	0,00103

Stage 2. Standardize the elements of the matrix of observations. To do this, we determine the average value for each indicator by the formula of the mean geometric:

$$\bar{X}_i = \sqrt[3]{X_{11} * X_{21} * X_{31}} \quad (3.11)$$

We pass to the matrix Z by the formula:

$$Z_i = \frac{X_i}{\overline{X_i}} \quad (3.12)$$

The transition to the matrix Z is shown in Table. 3.8.

Table 3.8 – Matrix Z

Z =	0,9254	1,0395	1,0395
	0,8918	1,0405	1,0776
	1,2599	1,2599	0,6300
	0,9685	1,0161	1,0161
	1,3431	0,8954	0,8315
	1,0006	1,0423	0,9589
	1,5874	0,7937	0,7937

Stage 3. Divide the signs into stimulators and stimulants – the basis for constructing the vector of the standard. Elements of this vector have the following coordinates X0i and are formed from the specified indicators by the formula:

$$\begin{cases} X_{0i} = \max X_{ij} \ (stimulator) \\ X_{0i} = \min X_{ij} \ (disintegrator) \end{cases}$$

P_0 = (+,-,+,-,+,-,+), whereX_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7 – $stimulators$, X_3 – $disintegrator$. Thus, for Vector LLC Fashion Ukraine the vector-standard has the following coordinates: P0 = (1.0395; 1.0776; 0.6300; 1.0161; 1.3431; 1.0423; 1.5874).

Step 4. Determine the distance between the actual indicator of the level of intellectual security and the vector-standard. The distance between the starting point and the point P_0 is calculated by the formula:

$$C_{i0} = \sqrt{\sum_{i=1}^{m}(z_{ij} - z_{0j})^2} \quad (3.13)$$

де, z_{ij} – standardized value of the j-th indicator in the period of time and;

z_{0j} – standardized value of the j index in the standard

$$C_{i02014} = 0{,}6695$$
$$C_{i02015} = 1{,}0840$$
$$C_{i02016} = 0{,}9480$$

We consider the obtained results as the initial ones for calculating the level of intellectual security management.

Stage 5. Determine the taxonomic index of the level of intellectual security management by the formula *Ki= 1-d_i*

For this we calculate the following indicators:

$$\bar{c_0} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} c_{i0} \quad (3.14)$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{m}\sum(c_{i0} - \bar{c_0})^2} \quad (3.15)$$

$$C_0 = \bar{c_0} + 2S_0 \quad (3.16)$$

$$d_i = \frac{c_{i0}}{c_0} \quad (3.18)$$

Determine the mean distance:

$$\bar{c_0} = 1/3(0{,}6695+1{,}0840+0{,}9480) = 0{,}90865$$

FindS_0 :

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{3}((0{,}6695 - 0{,}90865)^2 + (1{,}0840 - 0{,}90865)^2 + (0{,}9480 - 0{,}90865)^2)} = 182$$

Define C_0 :

$$C_0 = 0{,}90865 + 2*0{,}182 = 1{,}2712$$

We find d_i for years:

$$d_{i\,2014} = 0{,}6695/1{,}2712 = 0{,}5267$$
$$d_{i\,2015} = 1{,}0840/1{,}2712 = 0{,}8719$$
$$d_{i\,2016} = 0{,}9480/1{,}2712 = 0{,}7457$$

Determine the taxonomic index of the level of intellectual security:

$$K_{io2014} = 1 - 0,5267 = 0,4732$$
$$K_{io2015} = 1 - 0,8719 = 0,1280$$
$$K_{io2016} = 1 - 0,7457 = 0,2543$$

Stage 6. We construct a graph of the dynamics of the taxonomy coefficient change and the level of intellectual security management in general (Fig. 3.1).

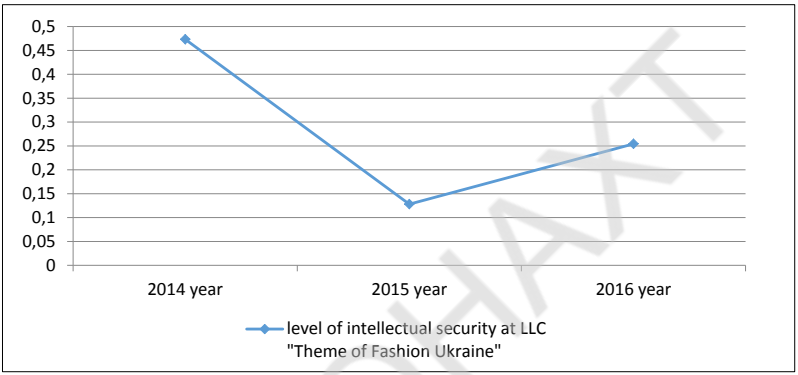


Fig. 3.1. The level of intellectual security management at Theme Fashion Ukraine LLC for 2014-2016

Analyzing Fig. 3.1. we can conclude that the taxonomy coefficient reflecting the level of intellectual security management at LLC Theme Fashion Ukraine is unstable. Starting from 2014, it tended to decline and reached its minimum in 2015, however, in 2016, the figure increased again. The closer is this indicator to one, the better is the level of intellectual security management.

Conclusion

The paper emphasizes that an effective system for evaluating the efficiency of management in the investigated sphere will facilitate the activation of the processes of creating intellectual security, the implementation of constant control over certain aspects of management and their effectiveness.

To accomplish these tasks, the components of the system of protection of commercial information have been investigated. Considering that the process of organizing the system of protection is flexible, for all phases there is a correction: the introduction of new types of confidential

information to the list and, accordingly, the establishment of a list of persons who have access to information, ways of its protection, etc.

A detailed analysis of the state of the enterprise under study using classical techniques and the proposed system of indicators for assessing the level of intellectual security, on which the integral index is calculated. This allowed us to assess the state of intellectual security in the dynamics. A taxonomic analysis is proposed to assess the level of intellectual security management. The obtained results allowed to assess the level of intellectual security management at LLC "Theme Fashion Ukraine" in 2014-2016. Based on the calculations, promising managerial decisions can be made to improve this level. For example, to adopt a concept for the development of the personnel, intellectual and economic component of the enterprise. The essence of such a concept may be that the management of intellectual security should stimulate: improving the skills of workers and the individual results of their work, developing new production technologies and methods of product sales.

The methods of integrated assessment of the level of intellectual security and taxonomic analysis offered in the work are complementary. Integral assessment allows to identify the state and dynamics of this complex phenomenon, and taxonomic analysis is more versatile and allows to assess the level of intellectual security when compared with other subjects of management.

References

1. Адаменко О.А. Концептуальні засади інноваційного розвитку підприємств / О.А. Адаменко // Наукові праці Національного ун-ту харчових технологій. – 2010. – № 35. – С. 5–10.

2. Аджавенко М.М. Теоретичні засади визначення сутності категорії «ефективність розвитку» підприємств / М.М. Аджавенко // Бізнес Інформ. – 2014. – № 2 . – С. 264–270.

3. Алешина Т. В. Комплексный подход к оценке процессной зрелости организации [Электронный ресурс] / Т.В. Алешина // Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка». – Режим доступу : http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3443.

4. Бабак О.А. Реінжиніринг як сучасний інструмент інноваційної діяльності підприємств / О.А. Бабак // Економічний вісник Переяслав-Хмельницького ДПУ. – 2011. – № 17/1. – С. 55–60.

5. Базилевич В.Д. Інтелектуальна власність: підручник / В.Д.Базилевич. – [2-ге вид. стер.]. – Київ: Знання, 2008. – 431 с.

6. Балабенко О.В., Лавроненко К.В. Недоліки механізму комерціалізації інновацій в Україні [Електронний ресурс] / О.В. Балабенко, К. В. Лавроненко. – Режим доступу: http://market.avianua.com/?p=3297.

7. Безгін К.С. Порівняльний аналіз процесного та функціонального підходів до управління підприємством / К.С. Безгін, І.В. Гришина // Вісник економічної науки України. – 2009. – № 2 (16) – С. 3–7.

8. Беззуб І. Національна стратегія розвитку сфери інтелектуальної власності: оцінки експертів [Електронний ресурс] / І. Беззуб. – Режим доступу: http://nbuviap.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=596:intel ektualna-vlasnist&catid=8&Itemid=350.

9. Белкин Г.С. Перспективные виды электротехнического оборудования / Г.С. Белкин, А. А. Дробышевский, В. Н. Ивакин и др. // Электротехника. – 2006. – № 9. – С. 110–114.

10. Білоус-Сергєєва С.О. Оцінка інтелектуального капітала промислового підприємства [Електронний ресурс] / С. О. Білоус-Сергєєва. // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – 2011. – Режим доступу : http://eir.pstu.edu/bitstream/handle/123456789/334/38.1.pdf?sequence=1.

11. Бояр А.О. Інтелектуальна власність : монографія / А.О. Бояр. – Луцьк : РВВ «Вежа» Волинського національного університету ім. Лесі Українки, 2007. – 164 с.

12. Броницький О М. Оцінка ефективності менеджменту організації: системний підхід [Електроний ресурс] / О.М. Броницький. – Режим доступу : http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_138/11.pdf.

13. Буздалов И.Н. Хозяйственный механизм в агропромышленной сфере стран СЭВ / И. Н. Буздалов. – М. : Наука, 1988. – 318 с.

14. Буряк Е.М. Международное авторское право / Е.М. Буряк. – 2-е изд. – М. : ИНИЦ Роспатента, 1999. – 95 с.

15. Бутинець Т.А. Внутрішній контроль : суть і зміст / Т.А. Бутинець // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Економічні науки. – Житомир, 2008. – № 2(44). – С. 31– 42.

16. Бутнік-Сіверський О. Трансформація інтелектуальної власності в інноваційний продукт [Електронний ресурс] / О. Бутнік-Сіверський // Інтелектуальний капітал. – 2003. – №5. – С. 3–12. – Режим доступу : http://iv.org.ua/index2.php?kontent/naykdial/articles/article-2.php.

17. Бухгалтерський словник / за ред. проф. Ф.Ф. Бутинця. – Житомир : ПП «Рута», 2001. – 224 с.

18. Бушуев П.В. К вопросу об оценке потенциала роста производства и продаж продукции электротехнической промышленности России / П. В. Бушуев // Аудит и финансовый анализ. – М. : Издательский дом «Компьютерный аудит». – 2004. – № 4. – С. 191–197.

19. Валеева Ж. Р. Интеллектуальная собственность в системе управления промышленным предприятием: монография / Ж.Р. Валеева. – Владимир : Издательство «Посад», 2003. – 140 с.

20. Вачевський М.В. Джерела патентної документації та патентних описів до об'єктів інтелектуальної власності / М.В. Вачевський // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 8(38). – С. 105–114.

21. Вачевський М.В. Організаційна структура системи управління інтелектуальною власністю / М.В. Вачевський // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 4(34). – С. 155–162.

22. Вачевський М.В. Соціально-економічні аспекти використання інтелектуальної власності в сучасних умовах. Теорія і практика : навчальний посібник [Текст] / М.В. Вачевський. – Київ : Центр навчальної літератури, 2004. – 376 с.

23. Вачевський М.В. Інтелектуальна власність: теорія і практика інноваційної діяльності : підручник / М.В. Вачевський, В.Г. Кремень, В.М. Мадзігон [та ін.]; за ред. проф. М.В. Вачевського. – Київ : ВД Професіонал, 2005. – 448 с.

24. Виноградова О.В. Реінжиніринг бізнес-процесів у сучасному менеджменті: монографія / О.В. Виноградова. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2005. – 196 с.

25. Вовна І.М. Теоретико-проблемні аспекти процесу комерціалізації об'єктів інтелектуальної власності в умовах мінливого середовища / І.М. Вовна // Науковий вісник Херсонського державного університету. – 2014. – Вип. 5. – Ч. 2. – С. 44–46.

26. Воронін О. Визначення показників економічної ефективності виробництва на основі модифікації ресурсного підходу [Текст] / О. Воронін Економіка України. – 2007. – № 10. – С. 29–37.

27. Всемирная организация интеллектуальной собственности. Основы интеллектуальной собственности. – Київ. : Изд. дом «Ин Юре», 2009. – 600 с.

28. Гаврилко П.П. Фактори інноваційного розвитку промисловості / П.П. Гаврилко, А.В. Колодійчук, В.М. Черторижський // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – № 21.11. – С. 201–206.

29. Голубєва Т.С. Механізм комерціалізації результатів інноваційної діяльності: (Економічні науки. Серія «Економіка та менеджмент») [Електронний ресурс] / Т.С. Голубєва // Збірник наукових

праць. Луцький національний технічний університет. – 2010. – Вип. 7 (26). – Ч. 1. – Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/En_em/2010_7_1/27.pdf.

30. Горовий Д.А. Економічна оцінка інтелектуальних ресурсів підприємства і механізм її реалізації / Д.А. Горовий, Л.В. Лебедева // Коммунальное хозяйство городов : научно-технический сборник. Серия : Экономические науки. – Київ : Техніка, 2009. – Вып. 92 – С. 287–294.

31. Горовий Д.А. Огляд сучасних методів оцінки нематеріальних здобутків підприємства / Д.А. Горовий // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності : збірник наукових праць. – Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ». – 2013. – Вип.1. – Т. 2. – С. 201–207.

32. І. Городиський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.2. – С. 276 – 284.

33. Грещак М.Г. Внутрішній економічний механізм підприємства: навч. посібник / М.Г. Грещак, О.М. Гребешкова, О.С. Коцюба; за ред. М.Г. Грещака. – Київ : КНЕУ, 2001. – 228 с.

34. Гриньова В.М. Організаційні проблеми інноваційної діяльності на підприємствах / В.М. Гриньова, В.В. Власенко – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2005. – 200 с.

35. Гришина И.В. Анализ основных методов управления качеством бизнес-процессов на предприятии / И.В. Гришина, К.С. Безгин // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 3. – Т.1. – С. 89–98.

36. Грузнов И.И. Организационно-экономические механизмы управления: учеб. пособие / И.И. Грузнов. – Одесс. гос. политехнический ун-т. – Одесса : Астропринт, 2000. – 292 с.

37. Гусаковська Т.О. Управління інтелектуальною власністю підприємства : автореф. дис. канд. екон. наук : спец. 08.00.04 «Економіка та управління підприємствами (за видами екон. діяльн.)» / Т.О. Гусаковська.– Харків, 2000. – 22 с.

38. Деловому человеку: словар-справочник. – Луганск : НИОЦПОВУГИ, 2007. – 224 с.

39. Деминг Э. Выход из кризиса: новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Э. Деминг. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2007. – 370 с.

40. Деминг // Методы менеджмента качества. – 2000. – № 10. – С. 24–29.

41. Дем’янчук М.А. Фактори інноваційно-інвестиційного розвитку підприємства зв’язку [Електронний ресурс] / М.А. Дем'янчук. – Режим доступу: http://www.confcontact.com/2010alyans/ek8-demyanc.php.

42. Дерев'янко О.Г. Фінансово-кредитний механізм у системі стратегічного управління // Фінанси України. – 1998. – № 7. – С. 28–34.

43. Державна служба статистики в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua /.

44. Дєгтяр А.О. Зарубіжний досвід державного регулювання процесу комерціалізації інтелектуальної власності [Електронний ресурс] /

45. Дикань В.Л. Економічний механізм підприємства [Текст] : навчальний посібник / В.Л. Дикань, І.М. Писаревський. – Харків : ХФВ «Транспорт України», 2002. – 128 с.

46. Дікань Л.В. Фінансово-господарський контроль : [навч. посіб.] / Должанський І.З. Конкурентоспроможність підприємства : навч. посібник / І.З. Должанський, Т.О. Загорна. – Київ : Центр навчальної літератури, 2006. – 384 с.

47. Дробчак С.З. Особливості управління капіталом підприємства у процесі інтеграції України в глобальну економіку знань / С.З. Дробчак // Актуальні проблеми економіки. – 2005. – № 11. – С. 44–49.

48. Друкер П. Практика менеджмента ; пер. с англ. / П. Друкер.– М. : Вильямс, 2003. – 398 с.

49. Дудкина М.Н. Формы коммерциализации интеллектуальной собственности наукоемких предприятий / М.Н. Дудкина // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5. – № 1. – С. 76–78.

50. Економіка підприємства в умовах ринкових перетворень : моногр. / В. Г. Семенова, М. В. Гусєва [та ін.] ; за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. О. Г. Янкового. – Одеса : Атлант, 2010. – 389 с. – С. 79–80.

51. Економічна енциклопедія: у 3 т. / Б. Д. Гаврилишин (гол. ред.) – Київ : Видавничий центр «Академія», 2000. – Т. 1: А (абандон) – К (концентрація виробництва). – Київ : Видавничий центр «Академія», 2000. – 864 с.

52. Ефективність реструктурованих господарських систем : проблеми і фактори підвищення : моногр. / В.Г. Семенова, І.М. Танасюк, В.С. Малишко [та ін.] ; за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. В.І. Осипова. – Одеса : ПАЛЬМІРА, 2008. – 362 с. 133–36.

53. Еленева Ю. Стоимостной подход как основа современного управления бізнесом / Ю. Еленева // Проблемы теории и практики управления. – 2002. – № 3. – С. 110 – 115.

54. Жаров В.О. Інтелектуальна власність в Україні : правові аспекти набуття, здійснення та захисту прав : монографія / В.О. Жаров. – Київ : Видавничий Дім «Ін Юре», 2000. – 188 с.

55. Жулина Т.Н. Проблемы и перспективы управления интеллектуальной собственностью / Т.Н. Жулина // Экономика и финансы. – 2008. – № 9. – С. 42–47.

56. Загородній А.Г. Облік і аудит: термінологічний словник / А.Г. Загородній, Г.Л. Вознюк, Г.О. Партин. – Львів : «Центр Європи», 2002. – 671 с.

57. Зайцев Н.Л. Краткий словарь экономиста / Н.Л. Зайцев. – [3-е изд.]. – М. : ИНФРА – М , 2004. – 176 с.

58. Захаров А.Н. Конкурентоспособность предприятия : сущность, методы оценки и механизмы увеличения / А.Н. Захаров, А.А. Зокин // Бизнес и банки. – 2004. – № 1 (2) – С. 1–5.

59. Иванов М.Ю. Становление института интеллектуальной собственности – необходимое условие сохранения научно-технического потенциала России / М.Ю. Иванов, Р.К. Иванова // Науковедение. – 2002. – 2. – С. 51 1.

60. Ивлев В. Процессная организация деятельности предприятия [Электронный ресурс] / В. Ивлев, Т. Попова. – Режим доступу : \www/URL: http://quality.eup.ru/DOCUM/podp.htm.

61. Ігнатенко О.Я. Стимулювання інноваційного розвитку промислових підприємств [Електронний ресурс] / О.Я. Ігнатенко. – Режим доступу: http://www.masters.donntu.edu.ua/2008/fem/ignatenko/library/st1.htm.

62. Индекс глобальной конкурентнособности – информация об исследовании [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий. – Режим доступу: http://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index/info.

63. Йохна М.А. Економіка і організація інноваційної діяльності: навчальний посібник / М.А. Йохна, В.В. Стадник – Київ : Видавничий центр «Академія», 2005. – 400 с.

64. Калита Т. Процессный подход – что сделать, чтобы он стал реальностью в организации [Электронный ресурс] / Т. Калита. – Режим доступу : http://www.management.com.ua/qm/qm159.html.

65. Калюга Є.В. Система внутрішньогосподарського контролю та удосконалення її ефективності на підприємствах / Є.В. Калюга // Вісник податкової служби України. – 2001. – №33. – С. 26–31.

66. Каніщенко Л.О. Основні риси інтелектуальної власності у сучасній економіці / Л.О. Каніщенко, В.В. Хрустальова // Економічні

проблеми невиробничої сфери : зб. наук. праць. – Київ : Київський державний торговельно-економічний університет, 1998. – С. 57–61.

67. Каплан Роберт С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / С. Роберт Каплан, П. Дейвид Нортон. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. – 320 с.

68. Карлоф Б. Деловая стратегия : концепция, содержание, символы / [Б. Карлоф ; пер. с англ.] – М. : Экономика, 1991. – 239 с.

69. Карнаух К.В. Сучасний стан управління об'єктами промислової власності в інноваційній діяльності суднобудівних підприємств [Електронний ресурс] / К.В. Карнаух. – Режим доступу : http://www.ed.ksue.edu.ua/ER/knt/e102_54/e102karn.pdf.

70. Кендюхов О.В. Інтелектуальний капітал підприємства: гносеологія та функціональний зміст / О.В. Кендюхов // Теоретико- методологічні основи регулювання економічних процесів : монографія ; за заг. ред. проф., д. е. н. О.В. Кендюхова. – Київ : Вид-во «Центр навчальної літератури», 2015. – 217 с.

71. Климов С.М. Значение интеллектуальных ресурсов в постиндустриальной экономике [Электронный ресурс] / С.М. Климов – Режим доступу : http:// www.elitarium.ru.

72. Клішейко А.В. Реінжиніринг та організаційно-управлінські заходи з реструктуризації підприємств / А.В Клішейко, А.І. Ковальов // Вісник соціально-економічних досліджень. – ОДЕУ. – 2007. – №25 – С. 160–165.

73. Князь С.В. Складові системи формування інтелектуального потенціалу підприємства / С.В. Князь, Л.Ю. Холявка // Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. Економічні науки. – 2014. – Вип. 6. – Ч. 2. – С. 191–194.

74. Кобєлєв В.М. Сучасний стан та перспективи розвитку українського ринку електротехнічних виробів / В.М. Кобєлєв // Науковий журнал «Економіка розвитку». – Харків : ХНЕУ, 2006. – С. 72–75.

75. Кобринська С.А. Організаційне забезпечення комерціалізації інтелектуальної власності на підприємстві / С.А. Кобринська // Збірник наукових праць ХНЕУ ім. С. Кузнеця «Управління розвитком». – 2014. – № 2(165). – С. 105–108.

76. Кузнецова І.О. Парадигми процесного підходу в менеджменті: сутність та протиріччя / І. О. Кузнецова // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – № 2. – Т. 2. – С. 64–68.

77. Литвин А.Ю. Теоретичні аспекти системи координації управлінських потоків на промисловому підприємстві на основі рефлексивного підходу / А.Ю. Литвин, І.А. Стреблянська // Науковий вісник

Чернігівського державного інституту економіки та управління. – 2009. – № 3(4). – С. 81–89.

78. Лихолетов А.В. Стратегии, модели и формы коммерциализации объектов интеллектуальной собственности / А.В. Лихолетов, В.В. Лихолетов, М.А. Пестунов // Вестник Челябинского государственного университета. – 2009. – № 9 (147). – Экономика. – Вып. 20. – С. 19–27.

79. Лободзинська Т.П. Формування механізму забезпечення конкурентоспроможності інноваційної продукції (на прикладі підприємств електротехнічної галузі): автореф. дис. … канд. екон. наук: спец. 08.00.04 – «Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)» / Т.П. Лободзинська. – Київ, 2013. – 22 с.

80. Логутова Т.Г. Теоретичні засади процесу комерціалізації інтелектуальних інвестицій / Т.Г. Логутова, І.А. Лєнцов, А.В. Годяцька // Бізнес Інформ. – 2012. – № 9. – С. 20–25.

81. Ляшенко О.М. Моделі комерціалізації та трансферу технологій в умовах глобального середовища: [монографія] / О.М. Ляшенко. – Тернопіль : Економічна думка, 2007. – 366 с.

82. Манжура О.В. Інтелектуальна власність та її суперечності в постіндустріальній економіці / О.В. Манжура // Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. пр. – Вип. 247. – Т. VI. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2009. – 1420 с.

83. Олехнович Г.И. Интеллектуальная собственность и проблемы ее коммерциализации / Г.И. Олехнович. – Минск : Амалфея, 2005. – 128 с.

84. Организационно-экономический механизм управления предприятием [Текст] / Ю. Лысенко, П. Егоров // Экономика Украины. – 1997. – № 1. – С. 86-87.

85. Осипов В.И. Экономика предприятия : учебник / В.И. Осипов. – Одесса: Маяк, 2005. – 720 с.

НТБОНАХ

ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL FORMS OF IMPLEMENTATION OF INNOVATIONS IN MEDIUM-SIZED ENTERPRISES OF FOOD INDUSTRY

Author – Paliichuk V.
Supervisor – Pasichnyk Y.
National Institute of Bioresources and Nature Management of Ukraine

The relevance of the chosen research topic. *The main problems of social development in Ukraine is a complex social situation and low economic growth. The solution to these problems requires enhancing the innovation vector of development. It is possible to implement increase of the number of medium-sized enterprises, which are a powerful lever of economic development. We offer a startup aimed at increase of volumes of production of processing of agricultural raw materials.*

The aim *of the study is to develop theoretical and practical tools to innovate for medium-sized enterprises. It needs to promote scientific, technical, technological, personnel, financial capacity, and collectively agree to increase domestic clean and safe in the food production value.*

Objectives of the study:

to perform General state of the food industry with a focus on production volumes and exports and imports;

to reveal reserves of increase in production volumes on the domestic and foreign markets;

to form technological and economic feasibility of a startup to medium scale enterprises in food industry;

to justify the economic and social efficiency of this startup.

The object *of research is the development and implementation of innovative project in the form of a startup processing for the food industry.*

The subject of *study is the technical, technological and economic approaches to the implementation of a startup in the food industry.*

The results *of the study confirm the possibility of obtaining a significant social effect, which has economic and social dimensions. The economic component of the startup:*

increased food production. This product is environmentally safe and competitive on the domestic and foreign markets;

the possibility of linking the production structure of a startup, depending on the location;

promote the development of related industries – agriculture, machinery, chemical industry, transport;

the increase in gross regional product;

the increase in level of revenues of the budgets of territorial communities.

the social component of the startup:

the creation of new jobs, in particular for young professionals;

the improvement of the demographic situation by reducing the number of people leaving abroad;

the decrease in the level of subsidies for the population.

We offer a startup has a universal use, allows for variations in process lines, technologies, product portfolio and will contribute to the solution of important social problems for Ukraine.

Introduction

The current stage of social development in Ukraine is characterized by insignificant rates of economic development, social instability, significant demographic problems, and as a result of it we have the last places in Europe in terms of living standards. Due to military actions which are taking place in the Donetsk and Luhansk oblasts, significant money are sent from the State Budget to the defense funds. So, in 2018, the Ministry of Defense provided UAH 82.2 billion. [1]. Significant volumes of financial resources are directed to social support of citizens, and only 60-65 billion UAH. or within the limits of 7-8% of the expenditures of the State Budget is directed to economic development. Taking into account all the circumstances of the current social development, Ukraine loses its rating positions on foreign markets, and the general government debt is increasing, which as of January 1, 2018 amounted to 2.14 trillion. UAH, or $ 76.31 billion [2], which is roughly 80% of GDP. Taking into account the insignificant level of salary, which as on January 1, 2018 amounted to 6273,45 UAH. or $ 250 USA [3], economically active population go abroad. Particularly this problem is actual for young people, and in recent years the processes of departure of university entrants, graduates of higher educational establishments, young specialists with certain experience have intensified. Taking into account these trends,we can form the real threats for the future of Ukraine .

That is why it is necessary now to develop both strategic and tactical documents, as well as concrete practical programs that would allow to

stabilize the social situation and ensure economic growth at least for 4% annually. It should be noted that domestic scientists are offered the appropriate recommendations.

So, L. Deineko, E. Sheludko [4], D. Krisanov, O. Pavlov, K. Kozak [5] and others formulated specific strategies, concepts, directions for getting out of this state. However, these problems are so large that there is a need for further development of both theoretical and practical mechanisms and models that would help to overcome this crisis.One of such practical mechanisms is the introduction of innovative developments in medium-sized enterprises, which will stimulate the development of both large enterprises, which are the basis of the economy, and small enterprises, which will ensure the implementation of products. Such cooperation will provide new jobs, increase revenues to the budgets, which will ultimately stabilize the social situation.

The purpose of the study is to develop theoretical and practical tools for introducing innovations in medium-sized enterprises, which would contribute to the intensification of scientific, technIcaly-technological, human resources, financial potential and in aggregate conditioned increase of domestic ecologically clean and safe products in the food value.

The object of the study is the development of an innovative project in the form of a startup for processing enterprises of the food industry.

Objectives of the study:

analyze the general state of the food industry with an emphasis on output, exports and imports;

Identification of reserves for increasing of production volumes on the domestic and foreign markets;

to form the technicaly-technological and financial grounding of the startup for medium-sized enterprises in the food industry;

to substantiate the economic and social efficiency of this startup.

The methodological basis of the research is the main strategic documents of Ukraine's development, the work of foreign and domestic scientists, regulatory documents regulating technology, the main characteristics of food products, customs procedures. The main scientific method is the system that allows you to explore unbalanced economic systems.

1. Theoretical and methodological grounds for innovative development of food industry

Countries that have now achieved significant economic growth – the United States, Japan, Germany, Great Britain and others have traditionally chosen innovation as the basis for growth. The basis of modern economic development are industries based on nanotechnologies, automated systems, computer technologies that produce modern processes, technologies and, accordingly, competitive products. As for food, the global fruit and vegetable trade is growing faster than the world's population increases. Thus, the annual growth of trade in these products over the past ten years amounted to 1.2% in monetary terms and 3% in real terms. During this period, the volume of the fruit and vegetable market increased by 7.5 billion euros. In 2016, world exports of fruits and vegetables, along with re-exports, exceeded the mark of 100 billion dollars. In the WTO, all countries pay special attention to the fruit and vegetable industry, including fruit and berry winemaking. England, Germany, France, China, Japan, Finland and others produce fruit and berries, natural beverages and juices, cider, use almost the entire range of fruits and berries [6].

Let's analyze the situation on the domestic market. In 2016, Ukraine exported goods for $ 36.4 billion, and in 2015 exports amounted to $ 38.3 billion. For example, in 2013, we exported goods for $ 63 billion, in pre-crisis 2008, the volume of commodity exports exceeded $ 67 billion [7].

Gardening, about thirty years ago, as fruit and berry winemaking, was engaged in all 25 regions of Ukraine. About 1.2 million tons of fruits and berries were processed. 461 enterprises worked in the main ministries and departments [8]. Now their number does not exceed 100.

The modern food base of Ukraine allows not only to provide the population of Ukraine with natural high-quality products, but also to receive in the amount of $ 1 billion to the budget, including through the import of such products to Europe and other countries.

For example, only wild fruits and berries in Ukraine can yield an annual harvest of 1 million tons – 35 different species, including healing fruits and berries (cranberries, blackberries, blueberries, cranberries, sea buckthorn, hawthorn, hips, etc.). And this is the raw material for the best modern medicines, healing drinks and wines. [8]. In Ukraine, in 2016, all food products were produced only for the amount of UAH 6.6 billion, [9, p. 264], and in natural terms – fruit and vegetable juices – 245 thousand tons; mixtures of these juices – 203 thousand tons; canned vegetables – 143 thousand tons; jam, compotes, fruit jellies and pastes – 51 thousand

tons; and in general – 642 thousand tons. [9, p. 268], which averages 15 kg. per inhabitant of Ukraine. Consequently, it is possible to increase these volumes.

2. Organization of implementation of innovations in the food industry

The introduction of innovations should be based on the appropriate scientific, technical, raw material, personnel, financial, etc., in particular using clusters (Figure 1).

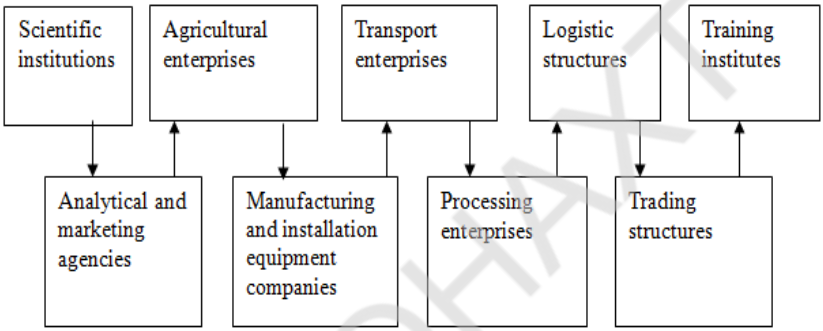


Fig.1 Cluster scheme of organization of production for enterprises of the food industry

Source: compiled by the author

We substantiate the role of individual cluster participants. As regards scientific support, the Institute of Horticulture of UAAS developed the "Concept of development of the fruit-processing industry, including fruit and berry winemaking" with the production of natural non-alcoholic products (fruit drinks, phytoballazes, puree for baby food). In this Institute for the fruit-processing industry, modern standard-technical documentation, modern technologies and recipes of natural fruit drinks, nectars, balms, mashed potatoes for baby food and fruit-and-berry wines, which are not inferior to the best foreign analogues, have been developed [8]. Some achievements are made by specialists from the Scientific and Research and Design Institute for Standardization and Technologies for Ecological and Organic Products, Odessa [10].

With regard to the production and installation of technological lines, "Ukrtekhnofudz" has been developing and manufacturing food equipment since 1994. The own design and technological office and a powerful production base allow us to design and make equipment for the food

industry according to the technical conditions of the customers in order maximally meet their wishes. The company offers: individual projects of any level of complexity; Certified equipment for the food industry, in accordance with safety and hygiene standards; installation and start-up and adjustment works; training of self-employed personnel on technological lines and other services [11].

The training of specialists is carried out at the leading educational establishments at the National University of Food Technologies (Kyiv), the Odessa National Academy of Food Technologies, the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv).

An example of a successful introduction of innovations is the private joint-stock company "Vinnytsia Food Processing Factory" – one of the leading enterprises in Vinnitsa region in the field of fruit and vegetable preservation. Today the product range consists of more than 50 items of such foods: table horseradish, mustard, mayonnaise, sauces, corn sticks, dry breakfast, flour textured, kvass. These are mainly products, which, thanks to high quality, moderate prices, convenient packaging and a wide range of products, are in demand in all regions. [12].

3. Technicaly-technological, economic groups of startup

At the beginning of the XXI century. startups, as one of the most progressive forms of business organization, have become widespread. As at the beginning of 2018, there were about 300 startups in Ukraine. We substantiate the main components of the proposed startup (Fig. 1).

It should be noted that, depending on location, soil and climatic conditions, the availability of financial resources, the layout may vary. Investment costs, taking into account the priority in domestic equipment, are given in the table. 1

The graph of the lines is given in the table. 2

Determine the number of work changes per line.

Calculations will be performed on weighted average figures.

Lines for the production of juices and beverages: 11 months, 275 working days, 481 shifts;Lines for the production of jam: 6 months, 132 working days, 264 shifts;Lines for vegetable processing: 4 months, 120 working days, 240 shifts;

Lines for sauces 11 months, 275 working days, 481 shifts;Lines for the production of meat and meat meat canned food 7 months, 154 working days, 308 shifts;Lines for baking bread and bakery products products 11 months., 275 working days, 481 shifts.

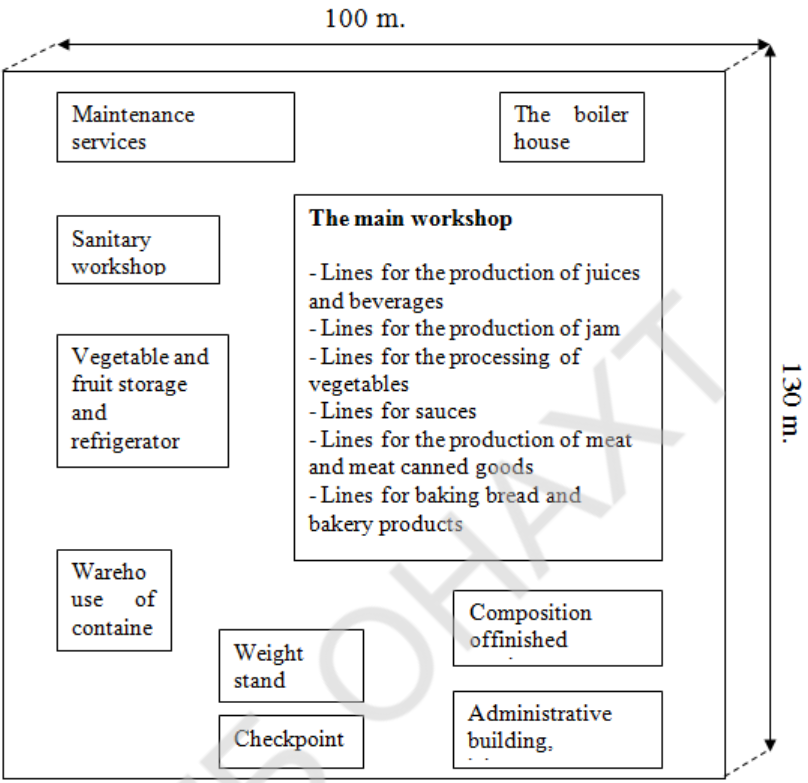


Fig.1 Scheme of a typical innovative medium-sized food industry

Source: compiled by the author

Table 1 – The cost of an innovative project

№ п/п	Types of work	Amount of funding, thousand grn.
1	2	3
1	Pre-investment research design, preparatory work	1550
2	Lines for the production of juices and beverages	5620
3	Lines for the production of jam	2950
4	Vegetable processing lines	4500
5	Lines for sauces	3200
6	Lines for the production of meat and meat canned goods	4500

НТБОНАХТ

1	2	3
7	Lines for baking bread and bakery products	1800
8	Construction works and equipment of auxiliary workshops	28000
9	Construction works	3500
10	Other expenses	1500
11	Together	57120

Source: compiled by the author

Table 2 – Work of technological lines during the year

Technological lines	Month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lines for the production of juices and beverages	x	x	x	P	x	X	x	x	x	x	x	X
Lines for the production of jam					x	X	x	x	x	x	P	
Vegetable processing lines						X	x	x	x	P		
Lines for sauces	x	x	x	x	P	X	x	x	x	x	x	X
Lines for the production of meat and meat canned goods	x	x	x	x	x	P					x	X
Lines for baking bread and bakery products	x	x	x	x	x	X	P	x	x	x	x	X

Notes: x- months when technological lines work;
P – months when technological lines are repaired.
Source: compiled by the author

We calculate the cost of production, for prices at the end of 2017. Summarizing results we reduce in the table. 3

Table 3 – Calculation of the cost of production

Name of expenses	Juices and drinks lines 500decalitr/shift	Lines of jam3t./shift	Vegetable lines 5 t./shift	Sauces lines10 t./shift	Linesof meat andcanned food3tonnes/shift	Lines for bakery products 4 t./shift
1	2	3	4	5	6	7
Raw materials	20	60	30	18	70	30
	9620	15840	7200	8658	21560	14430
Energy	2	3	2	2	3	4
	962	792	480	962	924	1924

1	2	3	4	5	6	7
Payment of labor with accrual	9 4329	9 2376	9 2160	9 4329	9 2772	9 4329
Technical and depreciation costs	520	520	520	520	520	520
General workshop expenses	300	300	300	300	300	300
Administrative and marketing costs	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Together	17231	21328	12160	16269	27576	23003
In total, for a year	117567					

Notes: numerator – costs per change, thousand UAH;
denominator – expenses for the year, thousand UAH.
Source: calculated by the author

4. Efficiency of startup

Calculate the effectiveness of the project.

Total volume of products: 240,5 thousand decalitres. drinks 9650 tons of products; in monetary terms – UAH 135133 thousand.

Profit: Considering the possibility of selling products with a profitability of 15%, the balance profit will be 17656 thousand UAH. and with deductions as a tax – 18% and payment of interest on possible loans, within the limits of 11000 thousand UAH. Really refer to the project payback.

Payback period – 57120 thousand UAH: 11000 thousand UAH. = 5.19 (years).

The number of employees is 150 people.

Social effect: creating new jobs, also for skilled professionals, especialy young people.

Conclusions

An increase in the dynamics of economic development in Ukraine, in particular in the coming years, can be realized using the potential of the agricultural and related industries. The proposed project of innovative content, with the corresponding effect, aimed at achieving this goal.

НТБ ОНАХТ

References

1. The Law of Ukraine "On the State Budget of Ukraine for 2018". [Electronic resource] – Access mode http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2246-19 / page2.

2. The state debt of Ukraine increased by 11% – to 2.1 trillion. UAH [Electronic resource] – Access mode: https://espreso.tv/.../2018/01/.../derzhavnyy_borg_ukrayiny _...

3. Indicators of average wages in Ukraine. [Electronic resource] – Access – https://pensia.ua/ua/baza-znan/pensiyna-enciklopedia/item/485-pokaznyky-serednikh-zarobitnykh-plat-po-ukraini.

4. Deineko L.V. Ukrainian Food Industry: Efficiency of Use of Production Resources and Personnel Capacity / L.V. Deineko, E.I. Sheludko // NAS of Ukraine; IE of the National Academy of Sciences of Ukraine. – K., 2013. – 120 p.

5. Socio-ecological and economic development of agricultural and food industry of Ukraine in modern conditions: problems and ways of their solution: monography .- / D.F. Krisanov O.I. Pavlov, K.B. Cossack // Astroprint, Odesa, 2015.- 512 p.

6. World trade in fruit and vegetable products is growing faster than the population. [Electronic resource] – Access – https://shuvar.com/news/1339/Svitova-torhivlya-plodoovochevoyu-produktsiyeyu-zrostaye-shvydshe-nizh-kilkist-naselennya.

7. Ukrainian exports reached the historic minimum in 2016 [Electronic resource] – Access – http://fru.ua/ua/media-center/blogs/vlasyuk/ukrainskyi-eksport-tovariv-dosiah-istorychnoho-minimumu-v-2016-rotsi-ukrpromzovnishekspertyza.

8. Innovation project (passport). "The production of non-alcoholic fruit drinks and fruit wines" [Electronic resource] – Access – http://sad-institut.com.ua/ru/novosti/investicijnij_proekt_virobnictvo__fruktovih_napoiiv_i_vin.html.

9. Statistical Yearbook Ukraine 2016. [Electronic resource] – Mode of access – http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_zor_zb.htm

10. Research and Design Institute of Standards and Technology ecosafety and organic products, m. Odesa. [Electronic resource] – Access – https://nubip.edu.ua/node/5055.

11. Equipment for the food industry. [Electronic resource] – Access mode – http://utf.ua/.

12. About the Vinnytsia Food and Beverage Factory. [Eketron resource] – Access mode – http://www.vhsvin.com.ua/o-kompanii/.

POTENTIAL OF THE AUTO BUSINESS: THE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF USE

Author – Yaroshenko O., Zinchenko V.
Supervisor – Riepina I.
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Topicality. *In the scientific work the attention was paid to the question of determining the potential of the auto business companies, on the example of Daimler AG, as an effective tool for ensuring long-term functioning and achieving strategic goals based on the use of available resources.*

The aim *of our work is to study the theoretical and methodological aspects of determination of the company's potential, the analysis of performance indicators of the automobile industry in the example of the Daimler AG in order to establish key characteristics of enterprises in this industry, the use of own methodology for determining the potential of the enterprise, based on expert valuation, drawing conclusions based on the results obtained.*

The task *of the work is to:to investigate the position of the enterprise, the representative of the automotive industry, the Daimler AG on the market, to determine the main indicators of the enterprise. On the basis of the obtained data, using its own methodology to determine the potential of this company, on the basis of which can improve the management of the company and its potential.*

Used research methodology*: review of scientific works, periodical economic literature, Internet sources, Euromonitor International, analysis of financial results of the enterprise (balance sheet, reports), methods for assessing the potential of an enterprise, method of expert valuation, etc. .*

General description of the work: *the disclosure of the theoretical and methodological basis for assessing determination of the potential of the company, the implementation of applied methodology of determination of potential of the company on Daimler AG.*

Introduction

In the modern world car is one of the most demanded goods of lasting using, that is why striving to draw funds of people in the national economy all countries of the world are trying to develop own automotive industry.

Car production provides high indicator of added value, forms demand on goods and services of related industries and stimulates scientific researches. One worker of the automotive industry creates at least six working places in related industries.

The automotive industry is crucial for Europe's prosperity. The sector provides jobs for 12 million people and accounts for 4% of the EU's GDP. The EU is among the world's biggest producers of motor vehicles and the sector represents the largest private investor in research and development (R&D). To strengthen the competitiveness of the EU automotive industry and preserve its global technological leadership, the European Commission supports global technological harmonization and provides funding for R&D.

Due to the strong economic links to many other industrial sectors, automotive industry has an important multiplier effect in the economy. At the same time, road transport emissions continue to represent a main source of air pollution. The aim of the EU's policy in the automotive sector is to establish an internal market for vehicles, ensure a high level of environmental protection and safety, strengthen competitiveness, and provide a stable level playing field for the industry.

The modern automotive market exists in the face of excess supply, to reduce-demand and hard competition between producers. This situation makes the automobile industry companies that want to take a worthy position on the world market, go through the merger, concentration and significant reduction of costs. Prospects of consolidated companies altogether predictable, somewhat more difficult to determine what awaits independent car manufacturers, who are increasingly harder to survive and compete in the globalized global automotive market.

Chapter 1. General information about the company

Daimler can look back on a tradition covering130 years – a tradition that extends back to Gottlieb Daimler and Carl Benz, the inventors of the automobile, and features pioneering achievements in automotive engineering. Today, the Daimler Group is a globally leading vehicle manufacturer that offers an unparalleled range of premium automobiles, trucks, vans and buses. The product portfolio is rounded out by a range of tailored financial services and mobility services. Daimler's goal is to continue to play a leading role in the automotive industry in the development of products and services for the future of mobility.

In a total of 19 countries and more than 8,500 sales centers worldwide. Daimler AG is the parent company of the Daimler Group and is domiciled in **Stuttgart (Mercedesstraße 137, 70327 Stuttgart, Germany).** The main business of Daimler AG is the development, production and distribution of cars, trucks and vans in Germany and the management of the Daimler Group.

The company is listed on the stock exchanges of Frankfurt and Stuttgart (stock exchange symbol DAI). In 2016, the Group sold around 3 million vehicles and employed a workforce of 282,488 people; revenue totaled €153.3 billion and EBIT amounted to €12.9 billion.

With its strong brands, Daimler is active in nearly all the countries of the world. The global networks of research and development activitiesand of production and sales locations give Daimler considerable advantages in international competition and also offer additional growth opportunities. In addition, they can apply their innovations in a broad portfolio of vehicles while utilizing experience and expertise from all parts of the Group. This also helps them with the further development of technologies and services that point the way forward to the future of mobility. Additional potential is generated by the digitization of processes and products.

In 2016, Daimler increased its revenue by 3% to €153.3 billion. The Group's five divisions contributed to this total as follows: Mercedes-Benz Cars 56%, Daimler Trucks 21%, Mercedes-Benz Vans 8%, Daimler Buses 3% and Daimler Financial Services13% (Diagram1.1). At the end of 2016, Daimler employed a total workforce of more than 282,000 men and women worldwide.



Diagram1.1. Consolidated revenue by division

The products supplied by **the Mercedes-Benz Cars** division comprise a broad spectrum of premium vehicles of the Mercedes-Benz brand, its Mercedes-AMG high-performance brand and its Mercedes-Maybach luxury brand. These vehicles range from the compact models of the A-Class and B-Class to a highly varied program of sport utility vehicles, roadsters, coupes and convertibles and S-Class luxury sedans. The portfolio is rounded out by the Mercedes sub-brand and the high-quality small cars of the smart brand. Furthermore, they launched the new EQ brand in 2016 for all activities connected with electric mobility. The most important markets for Mercedes-Benz Cars in 2016 were China with 22% of unit sales, the United States (16%), Germany (14%) and the other European markets (30%). In the context of its growth strategy, the division is continually further developing its flexible and efficient production network with 29 plants on four continents.

The plants are operating at a high level of capacity utilization, so they are expanding their production capacities with a new facility in Jawor, Poland, and a second, highly flexible plant in Kecskemét, Hungary. The German facilities are their lead plants and competence centers and form the backbone of the worldwide production organization. In connection with electric offensive, company is examining the possibility of producing electric vehicles and components at existing sites within global production network. Thanks to highly flexible structures, they can produce vehicles with different drive systems in plants, allowing to react flexibly and quickly to changing demand in the markets. The first series-production vehicle from the EQ brand will be produced at plant in Bremen.

As the biggest globally active manufacturer of trucks above 6 metric tons gross vehicle weight**, Daimler Trucks** develops and produces vehicles in a global network under the brands Mercedes-Benz, Freightliner, Western Star, FUSO and BharatBenz.

The division's 26 production facilities are located in the NAFTA region (14), Europe (7), Asia (3) and South America (2). In China, Beijing Foton Daimler Automotive Co., Ltd. (BFDA), a joint venture with Chinese partner BeiqiFoton Motor Co., Ltd., has been producing trucks under the Auman brand name since 2012. Daimler Trucks' product range includes light, medium and heavy-duty trucks for local and long-distance deliveries and construction sites, as well as special vehicles used mainly in municipal applications. Daimler Trucks' most important sales markets in 2016 were the NAFTA region with 35% of unit sales, Asia (30%), the EU30 region

(European Union, Switzerland and Norway – 19%) and Latin America excluding Mexico (7%).

Mercedes-Benz Vans is a global supplier of a complete range of vans and associated services. The division's product range in the segment for commercial vans comprises the Sprinter large van, the Vito mid-size van (marketed as the "Metris" in the United States) and the Mercedes-Benz Citan urban delivery van. Mercedes-Benz Vans has manufacturing facilities at a total of nine locations in Germany, Spain, the United States and Argentina, as well as in China within the framework of the Fujian Benz Automotive Co., Ltd. joint venture, in France in the context of the strategic alliance with Renault-Nissan, and in Russia in cooperation with our partners GAZ and YaMZ. **The most important markets for vans at present are in the EU30 region**, which accounts for 70% of unit sales in the reporting year, and the NAFTA region (12% of unit sales). They are expanding their presence in growth markets. In the summer of 2016, company began building a new Sprinter production facility in South Carolina in the United States.

They also expanded their presence in China, the world's biggest automotive market, by launching the V-Class and the Vito there in 2016.

The Daimler Buses division with its brands Mercedes-Benz and Setra is the undisputed industry leader for buses above8 metric tons in its traditional core markets in **the EU30 region, Brazil, Turkey, and Mexico Argentina**. The division's product range comprises city and intercity buses, coaches and bus chassis. The largest of the division's 14 production sites are located in Germany, France, Spain, Turkey, Argentina, Brazil and Mexico, and since 2015, in India as well. In 2016, Daimler Buses generated 66% of its revenue in the EU30 region and13% in Latin America (excluding Mexico). While they mainly sell fully equipped buses in Europe, their business in Latin America, Mexico, Africa and Asia is focused on the production and distribution of bus chassis.

The Daimler Financial Services division supports the sales of the Daimler Group's automotive brands in approximately 40 countries worldwide. Its product portfolio primarily consists of tailored financing and leasing packages for customers and dealers, but also insurance brokering, fleet management services, investment products and credit cards, as well as various mobility services such as the "moovel" mobility platform. With the mytaxi app, following the merger with Hailo, they now reach approximately 6 million customers in more than 50 cities. The flexible mobility concept cargo is used by more than 2.2 million customers worldwide. The

main areas of the division's activities are Western Europe and North America, and increasingly China as well. During the year under review, Daimler Financial Services financed or leased about 50% of the vehicles sold by Daimler.

The division's contract volume of €132.6 billion covers more than 4.3 million vehicles. Daimler Financial Services also holds a 45% interest in the Toll Collect consortium, which operates an electronic road-charging system for trucks on highways in Germany(Annex 3).

Daimler AG plans to achieve their goals through four strategic focus areas(Annex4).

They focus on: strengthening their core business, growing globally, leading in technology, moving ahead with digitization.

Daimler AG aim to achieve profitable growth and increase the value of the company. They plan to achieve their goals by focusing activities on four strategic areas.

•**Delighted customers:** to finish at the top of all relevant customer-satisfaction rankings and win over customers with outstanding quality.

•**Technology leadership, innovation and digitization:** setting standards for technology and innovation.

•**Profitable growth:** intend to achieve a 9% average return on sales (EBIT in relation to revenue) for the automotive business on a sustained basis.

•**Best teams:** they work in teams whose diversity in terms of gender, nationality and age is of great importance. Their employees are proud to work at Daimler, and they are one of the employers most sought after by job applicants. Core corporate values – passion, respect, integrity and discipline – form the basis of actions.

Chapter 2. Marketing analysis:

•***Key brands***

Daimler AG is one of the world's most successful automotive companies. With its divisions Mercedes-Benz Cars, Daimler Trucks, Mercedes-Benz Vans, Daimler Buses and Daimler Financial Services, the Daimler Group is one of the biggest producers of premium cars and the world's biggest manufacturer of commercial vehicles with a global reach.

The Group's focus is on innovative and green technologies as well as on safe and superior automobiles that appeal and fascinate. Daimler consequently invests in the development of alternative drive trains with the long-term goal of emission-free driving: from hybrid vehicles to electric vehi-

cles powered by battery or fuel cell. Furthermore, the company follows a consistent path towards accident-free driving and intelligent connectivity all the way to autonomous driving. This is just one example of how Daimler willingly accepts the challenge of meeting its responsibility towards society and the environment. Daimler sells its vehicles and services in nearly all the countries of the world and has production facilities in Europe, North and South America, Asia, and Africa.

Daimler Financial Services provides financing, leasing, fleet management, insurance, financial investments, credit cards, and innovative mobility services.

Its current brand portfolio includes, in addition to the world's most valuable premium automotive brand, Mercedes-Benz, as well as Mercedes-AMG, Mercedes-Maybach and Mercedes me, the brands smart, EQ, Freight- liner, Western Star, BharatBenz, FUSO, Setra and Thomas Built Buses, and Daimler Financial Services' brands: Mercedes-Benz Bank, Mercedes-Benz Financial Services, Daimler Truck Financial, moovel, cargo and mytaxi.

•***Marketing strategy and tactics***

The marketing mix of Daimler shows what a fantastic company it is, and how, as per Business Week Magazine, it is the top most recognized global automobile brands. This high profile success is not an accident but hard work, patience and excellent application of effective marketing strategy all rolled into one.

Daimler is considered as the world's oldest manufacturer of luxury carmaker and the reputation is unlikely to go away in the near future. This marketing mix looks at the company's marketing and advertising strategies it has implemented over the years to establish itself as a leader in the fiercely competitive automobile industry.

Product is the strongest P in the marketing mix of Daimler. It remain as one of the leading brands in the world market, that too for more than 50 years. The company currently assembles its models – S-Class, E-Class, C-Class and the ML-Class while other models, including GL-Class, CLS-Class and SLK-Class are fully imported.

Although Mercedes Benz marketing strategyused to focus on the luxury, safety and precision engineering of its cars, competition has propelled it to adjust its product to suit the changing consumer attitudes. Now, their marketing strategy focuses more on presenting a more energetic, fun loving and approachable side of cars(Annex2).

The evolution of its marketing strategy can also be a connected to its expanded market. Daimler has, over the years, found it necessary to expand the market to include younger consumers. Another marketing strategy employed by Daimler is its decision to slice prices and make the product more affordable to consumers.

One thing that Daimler managed to do is to build a reputation of quality and exclusivity in all its products, making it one of the most recognizable brands in the globe. Thus, it enjoys a reputation of class and prestige.

Daimler introduced many technological and safety innovations over the years. However, the introduced innovations went on to be replicated by other brands. The company distributes its product through a broad network of dealers throughout the world. Company understands that consumers are not just interested in a buying a car that moves them from point X to point Y.

They are actually making a car that will enable them easily sell the idea about the car in the market. The company intends to change the perception of the brand and reposition it so that it is more appealing to younger generation. They are also sending out the message that they are more approachable than ever before.

Daimler AG manufactures different types of convertibles, full sized sedans, coupes and sports sedans, buses, vans, other vehicles. It has as many car models currently ranging from INR 21,49,000 to 7,68,00,000. Mercedes is leaving no stone unturned to tap world market in premium segments. As a matter of fact, the company deals in a niche segment where the customer is more concerned with the value they are getting on the product more than anything else is.

•***Competitive advantages and bottlenecks.***

In the current state of global economy, Daimler is exposed to a higher number of risks. The entrepreneur activity mainly consists in creating and using opportunities in order to ensure and strengthen the company's competitiveness. As a result of classifying global most famous car brands, Mercedes-Benz dropped one place in the rankings, from the third to fourth position, with the brand value of 20.298 mln. $ USD in 2013, compared with 19.762 mln.$ USD in 2012.

Considering the competitive pressure on the automotive market, Daimler must adapt continuously and successfully its production and cost structures. Each division aims constantly at achieving its objective of increasing profitability and efficiency. Regarding the car sales, Daimleroffers an entire range of funding opportunities, especially leasing.

However this business entails the risk that prices paid on cars at the end of the lease to be lower than their book value, which is called the residual value risk. In order to achieve the targeted levels of prices, factors such as brand image, design and quality of the product play an important part. If these factors do not meet the customer's requirements, Daimler is negatively affected. Daimler's global expansion means that its business operations and financial transactions are in closely connected with the risks entailed by exchange rate fluctuations, especially the US dollar and other important currencies against the euro.

Global risk involves all individual risks for all divisions (Faulkner & Bowman,2000). There are no visible risks that alone or associated with other risks could endanger the existence of Daimler. Nevertheless there are risks from the economic point of view which are specific to industry, hindrances that prevent the development and profit targets of Daimler.

Table 2.1 – SWOT-analysis of DAIMLER AG

Strengths of the company:	**Opportunities:**
- worldwide famous brand; – increased interest in ensuring safety; - company is determined to focus on fulfilling its customers' needs; - efficient distribution channels; – innovation – initiating design details	- Sustained technologic advance; - Governmental policies support car industry.
Weaknesses:	**Threats:**
- Narrow market segment; - Has a strong competitor- BMW, - High production costs - High prices	- Fuel price increase; - Mergers among competitors; - Economic crisis leads to decrease of net allocated for luxury goods.

The company's objective is to achieve sustainable profitable growth and leadership position in all company business, to provide new brands, products and services, objective which is intended to be achieved through the four strategic pillars of growth. The first pillar – strengthening basic activities – refers to the expansion and maintenance of the wide range of designs, the emphasis being placed on satisfying the customer's changing expectations.

The second pillar – expanding on new markets – mainly refers to expanding on markets outside Europe, North America, Brazil, Russia, China,

Japan, India and strengthening the position on traditional markets. Leader in green technology – is the third pillar which refers to the goal of the company to make the future safer and less polluted. Here they refer to reducing CO2 emissions and the new hybrid cars. More than half of the world population lives in towns and cities and this percentage increases constantly. Thus the fourth pillar intervenes – strategic mobility – referring to people who do not have a car, although the flexible use of one is highly important. The mobility platform offers the possibility to successfully combine private activities with work-related ones, billing being made possible through the payroll system (Ciobanu&Ciulu, 2005).

Daimler's success comes from tactics and strategy. The company's performance which ensures a high level of competitiveness aims at both characteristics common to all firms, i.e. labor productivity, labor cost, service quality and customer satisfaction level and particular skills – innovation skill, improvement of human resources and quality management, thus managing to develop a trend towards uniformization. Daimler has achieved business performance as it focused on global management, developing its capacity to approach service, cost and market-related issues in a much more critical way than in the past.

Moreover its success in business lies in the way the company approached and combined international marketing strategies – starting from strategies based on cost and differentiation to the marketing mix strategies. The company has thus achievedperformance from managerial, organizational and communication point of view, focusing its specific actions on markets and customer segments considered as priority targets.

Chapter 3. Financial analysis:

•***Unit sales***

Daimler increased its total unit sales in the year 2016 by 5% to approximately 3 million vehicles. The Mercedes-Benz Cars and Mercedes-Benz Vans divisions confirmed the forecasts made at the beginning of the year with significant growth (+10% and +12% respectively).

Daimler Trucks posted a significant decrease in unit sales of17% in 2016. At the beginning of 2017 year, the division had aimed for unit sales in the magnitude of the previous year. That target had to be successively adjusted as a result of the significantly less favorable market development in the NAFTA region, the Middle East and Turkey. Also at Daimler Buses, unit sales were significantly below the prior-year level (-7%) and did not

reach the originally anticipated volume, primarily due to repeated significant market contraction in Brazil.

The Mercedes-Benz Cars division continued along its growth path in the year under review. Unit sales increased by 10% to the new record of 2,198,000 vehicles. The Mercedes-Benz brand increased its unit sales by 9% to a best-ever figure of 2,053,500 vehicles. **This means not only that Mercedes-Benz grew faster than the worldwide car market, but also that it delivered more vehicles in the premium segment than any other manufacturer.**Theyare the number one in the premium segment in Germany and some other key European markets, as well as in the United States, Canada and Japan. In addition, they significantly improved position in China in 2016.

InEurope, Mercedes-Benz sold a total of 872,200 vehicles (+12%). Double-digit growth rates were achieved above all in the volume markets of the United Kingdom (+15%), France (+18%), Italy (+16%) and Spain (+20%). And in Germany, theyincreased unit sales by 6% to 275,900 vehicles**. In China, grew by 20% in 2016 – faster than the overall market and important competitors**. Total unit sales in the NAFTA region were slightly lower than in the previous year. Growth was achieved in Mexico, while unit sales in the United States and Canada decreased slightly. Unit sales in Japan were 6% lower than in 2015 due to the general market development.

However, they achieved significant growth in South Korea (+33%), Australia (+17%) and Taiwan (+12%). Demand was very strong also for A- and B-Class models, with an increase of 2%. C-Class models enjoyed ongoing success, with a 4% increase in unit sales to a total of 490,200 sedans, wagons, coupes and convertibles in 2016. In the year of the model change, the E-Class almost matched the prior-year volume, with the new model creating strong sales impetus as of the third quarter. They sold a total of 304,200 vehicles in the E-Class segment, including 188,300 units of the new model.

The smart brand reached a sales milestone in September 2016, with more than two million vehicles sold since its market launch in 1998. Meanwhile, smart is represented in 46 markets worldwide. In the year 2016, the brand's unit sales increased by 19% to the new record of 144,400 cars.

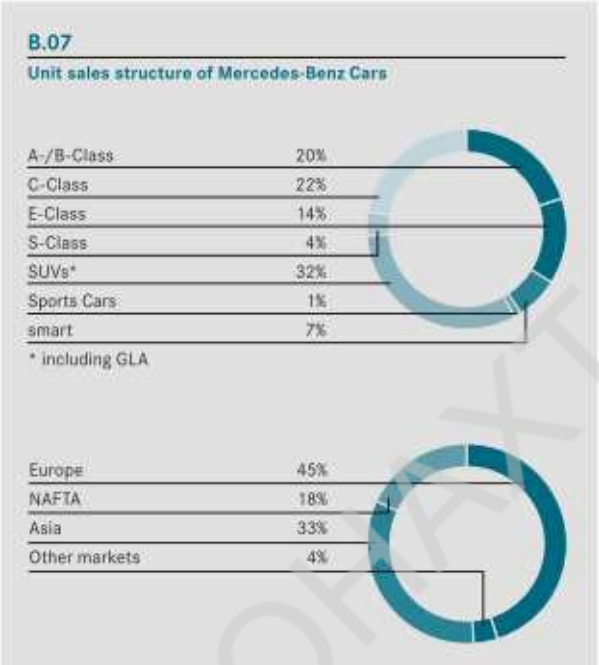


Diagram 3.1. Unit sales structure of Mercedes-Benz Cars

Although there was a decrease in sales of the S-Class for lifecycle reasons to 84,300 units (2015:106,200), it continues to be the world's bestselling luxury sedan.

•***Revenue***

In the year 2016, Daimler generated revenue of €153.3 billion, which is slightly above the prior-year level (2015: €149.5 billion); adjusted for exchange-rate effects, revenue grew by 3%.

Each of the divisions Mercedes-Benz Cars (+7%), Mercedes-Benz Vans (+12%) and Daimler Financial Services (+9%) significantly increased its volume of business. Whereas the Daimler Trucks division posted a significant decrease in revenue of 12%, primarily due to the very weak condition of some major truck markets. At Daimler Buses, revenue was 2% higher than in the previous year.

In regional terms, Daimler achieved revenue growth in Europe (+9% to €63.4 billion) and in Asia (+5% to €35.6 billion) while the prior-year level was not quite achieved in the NAFTA region (-6% to €45.0 billion).

•***EBIT***

The Daimler Group achieved EBIT of €12.9 billion in 2016 (2015: €13.2 billion). Despite higher expenses in connection with Takata airbags and from the remeasurement of inventories, the Mercedes-Benz Cars division slightly improved on its prior-year earnings. This was the result of further growth in unit sales, especially in the SUV segment. The Mercedes-Benz Vans division increased its EBIT significantly as a result of higher unit sales. The Daimler Buses division achieved EBIT significantly above the prior-year level as well. At Daimler Financial Services, earnings increased slightly primarily due to the growth in contract volume.

The Mercedes-Benz Cars division slightly increased its EBIT adjusted for special items in 2016. The European market situation featured very intense competition. The earnings of Mercedes-Benz Vans developed better than was forecasted. Due to the strong business with complete buses in the EU30 region, Daimler Buses achieved significantly high EBIT. Daimler Financial Services slightly increased its EBIT adjusted for special items.

Due to the favorable business development in most divisions, Daimler was able to exceed slightly its prior-year EBIT adjusted for special items of €13.8 billion, achieving €14.2 billion in 2016(Annex5).

The Group's total revenue increased by 2.5% to €153.3 billion in 2016; adjusted for exchange rate effects, it increased by 3.3%. The revenue growth reflects the demand for products at Mercedes-Benz Cars and Mercedes-Benz Vans, as well as the increased contract volume at Daimler Financial Services.

Cost of sales amounted to €121.3 billion in 2016, increasing by 2.8% compared with the previous year. The rise in cost of sales was caused by higher business volumes and consequentially higher material expenses(Annex 6).

Due to the growth in unit sales, selling expenses increased by €0.1 billion to €12.2 billion. In addition, there were higher expenses for marketing. As a percentage of revenue, selling expenses decreased from 8.1% to 8.0%.

The tax expense of €3.8 billion (2015: €4.0 billion) stated under income tax expense decreased at a higher rate than profit before income taxes. The effective tax rate for 2016 was 30.1% (2015: 31.6%). This was mainly due to the contribution of shares in Renault and Nissan into the pension-plan assets.

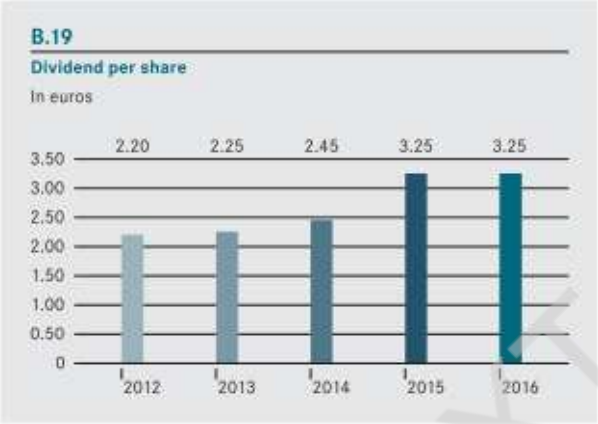


Diagram 3.2. Dividend per share

Net profit for the year amounts to €8.8 billion (2015: €8.7 billion). Net profit of €0.3 billion is attributable to non-controlling interests (2015: €0.3 billion). Net profit attributable to the shareholders of Daimler AG amounts to €8.5 billion (2015: €8.4 billion), representing earnings per share of €7.97 (2015: €7.87).

The calculation of earnings per share (basic) is based on an unchanged average number of outstanding shares of 1,069.8 million.

•***Liquidity and Capital Resources***

To the extent that the Group's internal refinancing of the financial services business is provided by the companies of the industrial business, this amount is deducted in the calculation of the net debt of the industrial business. At December 31, 2016, the Group's internal refinancing was of a higher volume than the financing liabilities originally taken on in the industrial business due to the application of the industrial business's own financial resources. This resulted in a positive value for the financing liabilities of the industrial business, thus increasing net liquidity, so the net liquidity of the industrial business exceeds the gross liquidity presented here.

Compared with December 31, 2015, the net liquidity of the industrial business increased from €18.6 billion to €19.7 billion. The increase mainly reflects the positive free cash flow of €3.9 billion. In addition, cash inflows in connection with the equity transactions with Daimler Financial Services had a positive impact of €0.7 billion. An opposing effect of €3.5 billion resulted from the dividend payment to the shareholders of Daimler AG.

Table 3.1 – Net debt of the Daimler Group

B.27

Net debt of the Daimler Group

In millions of euros	Dec. 31, 2016	Dec. 31, 2015	16/15 Change
Cash and cash equivalents	10,981	9,936	+1,045
Marketable debt securities	10,748	8,273	+2,475
Liquidity	21,729	18,209	+3,520
Financing liabilities	-117,686	-101,142	-16,544
Market valuation and currency hedges for financing liabilities	61	583	-522
Financing liabilities (nominal)	-117,625	-100,559	-17,066
Net debt	-95,896	-82,350	-13,546

Net debt at Group level, which primarily results from refinancing the leasing and sales-financing business, increased compared with December 31, 2015 from €82.4 billion to €95.9 billion

Chapter 4. Assessment of efficiency using of potential

In order to assess the effectiveness of entrepreneurial activity, it is necessary to use a system of indicators that are subject to a report and analysis, and in a complex can characterize the efficiency of using entrepreneurial potential.

Using the source information to calculate the cost of capacity, we calculated the indicators that characterize the effectiveness of its use. Then, in order to calculate the efficiency using of potentialwe use methodology of expert evaluation. This method is estimated from the subjective expert's point of view, the value of the indicator for 2016 according to the scale from 1 to 3, where 1 means not effective indicator (low), 2 is average (moderate) indicator and 3 is high (effective). Twelve experts were interviewed for these evaluations. All the results are shown in the table 4.1.

Table 4.1 – Assessment of efficiency using of potential*

№	Indexes	2014	2015	2016	Point
Efficiency of using of fixed assets and intangible assets					**7**
1	Return on capital	0,09	0,28	0,25	1
2	Capital stock	200,85	222,75	259,56	3
3	Profitability of fixed assets	12,38	13,32	11,63	1
4	The growth of the services rendered to the account of the change of the main productive assets	-	79211,4	36139,1	1
5	The growth of the services rendered to the account of changes in return on assets	-	11992,7	-1799,8	1
Efficiency of Working Capital					**6**
1	Reciprocity rate	0,06	0,19	0,18	1
2	Duration of one turnover, days	5563,34	1877,73	1974,24	1
3	Cost-effective use of working capital,%	9,02	9,17	8,35	2
4	Release of working capital as a result of acceleration of turnover ths. EUR.	-	7,2	-42,24	1
5	Changing of services rendered due to changes in the value of working capital, ths. EUR	-	227201	53228,4	1
Efficiency of labor potential using					**8**
1	Labor productivity, ths. EUR	17,83	62	65,88	3
2	Profit per employee, ths. EUR	24,87	29,66	30,18	2
3	Efficiency of managerial expens-es, ths. EUR	0,47	0,55	0,55	1
4	Change of services rendered due to changes in the number of employees, ths. EUR	-	0,23	-0,02	1
5	Changing the services provided by changing productive. Labor, ths. EUR	-	12544,9	1094,67	1
Efficiency of using entrepreneurial potential					**6**
1	Profitability of the enterprise,%	9,02	9,17	8,35	2
2	Cost-effectiveness of produc-tion,%	7,53	7,14	7,03	1
3	Profitability of sales,%	21,18	21,07	20,94	3

**developed by the authors*

ПРОЕКТ

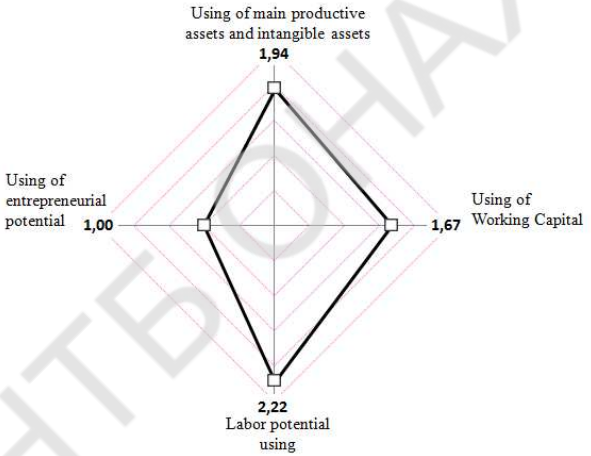
Next stage is to calculate the level of efficiency to each of section (table 4.2).

Formula:

Level of sector's efficiency = total summa of points in this section * total amount of indicators in this section / 18.

Table 4.2 – Level of efficiency by sections

Efficiency of using main productive assets and intangible assets	1,94
Efficiency of Working Capital	1,67
Efficiency of labor potential using	2,22
Efficiency of using entrepreneurial potential	1,00
Total	**6.83**



Picture 4.1. Assessment of potential use efficiency

Because of maximum total point of efficiency using of potential is 14 we can calculate the percent of using the potential.

So, the percent of using the potential of Daimler AG is 48,8%.

Conclusion

The automotive industry is crucial for Europe's prosperity. The sector provides jobs for 12 million people and accounts for 4% of the EU's GDP. The EU is among the world's biggest producers of motor vehicles and the

sector represents the largest private investor in research and development (R&D). To strengthen the competitiveness of the EU automotive industry and preserve its global technological leadership, the European Commission supports global technological harmonization and provides funding for R&D.

The modern automotive market exists in the face of excess supply, to reduce-demand and hard competition between producers. This situation makes the automobile industry companies that want to take a worthy position on the world market, go through the merger, concentration and significant reduction of costs. Prospects of consolidated companies altogether predictable, somewhat more difficult to determine what awaits independent car manufacturers, who are increasingly harder to survive and compete in the globalized global automotive market.

Today, the Daimler Group is a globally leading vehicle manufacturer that offers an unparalleled range of premium automobiles, trucks, vans and buses. The product portfolio is rounded out by a range of tailored financial services and mobility services. Daimler's goal is to continue to play a leading role in the automotive industry in the development of products and services for the future of mobility.

In 2016, Daimler increased its revenue by 3% to €153.3 billion. The Group's five divisions contributed to this total as follows: Mercedes-Benz Cars 56%, Daimler Trucks 21%, Mercedes-Benz Vans 8%, Daimler Buses 3% and Daimler Financial Services13%. At the end of 2016, Daimler employed a total workforce of more than 282,000 men and women worldwide.

The author's methodology for assessing the level of efficiency of using the potential of the enterprise was proposed and used. The basis for evaluation is the key financial performance of the enterprise. Analyzing them, we came to the conclusion that labor potential is most effectively used, due to the rather high and stable Labor Productivity and income per employee.

It is worth noting the high level of profitability of sales – 20,94%, which, although it decreased in comparison with previous years, but a fairly small percentage.

We came to the conclusion that the overall percentage of the company's potential utilization was 48.8%. This means that the company is using its potential not fully and not as efficiently as possible. In order to maximize income in the capital, it is worth optimizing the effectiveness of the use of potential, through the change of services rendered due to changes in the number of emploees, Changing the services provided by changing produc-

tive, increasing the use of working capital and the growth of services rendered to the account of changes in return on assets.

References

1. Daimler AG Official site https://www.daimler.com/en/
2. European Commission https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive/legislation_en
3. Regulation and Competitiveness of the EU Automotive Industry FINAL REPORT Study prepared for ACEA June 2015 http://www.fticonsulting.com/~/media/Files/us-files/intelligence/intelligence-research/regulation-and-competitiveness.pdf
4. Regulation and Competitiveness of the EU Automotive Industry FINAL REPORT Study prepared for ACEA June 2015: http://www.fticonsulting.com/~/media/Files/us-files/intelligence/intelligence-research/regulation-and-competitiveness.pdf
5. World Trade Organization.: https://www.wto.org/
6. International Chamber of Commerce http://www.iccwbo.org/
7. The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). http://www.unece.org/mission.html
8. Mercedes-Benz Cars at a Glance Edition 2017 https://www.daimler.com/company/business-units/
9. Mercedes-Benz CarsSales and Marketing Strategy 2017 https://www.daimler.com/company/business-units/
10. Daimler Trucks at a Glance 2017 Edition https://www.daimler.com/company/business-units/
11. Daimler Annual Report 2016 https://www.daimler.com/investors/reports/annual-reports/2016/

HTB OFFXT

STUDY AND FORMULATION OF THE ORGANIZATIONAL RECOMMENDATIONS: HOW TO REDUCE THE COST OF CUSTOMER SERVICE IN THE TAXI COMPANIES?

Autor – Gniady M., Kowalczyk J., Kuśnierz J.,
Lichwała A., Mikołajczyk M.
Supervisor – Okulicz-Kozaryn W.
Institute of Law, Administration and Economics
of the Pedagogical University of Cracow

We studyed conditions of customer service in the taxi Companies. It was studyed the conditions of customer service of many taxi Companies. These taxi Companies were from four voivodeships in Poland:

- Małopolskie,
- Podkarpackie,
- Śląskie,
- Świętokrzyskie.

In our study we used well-documented and powerful methods of analysis. Our results showed that it was different prices and conditions of customer service in different voivodeships.

The most intense competition among taxi service means population – in Końskie city (Świętokrzyskie Voivodeship).

The weakest competition among taxi service means population – in Cracow city (Małopolskie Voivodeship).

A comparison of the operating conditions of taxi companies showed how to reduce travel costs. And our study helped to formulate some organizational recommendations.

Introduction

Our academic supervisor told us about the difference in wait time for a taxi in Czestochowa (Śląskie voivodeship) and in Cracow (Małopolskie voivodeship). According to our supervisor, the waiting time for a taxi in Czestochowa is 2-3 times less than in Krakow. The price of customer service in Czestochowa is also less than in Cracow. This information became the basis for our research.

We were looking for an answer to the question: how to reduce the cost of customer service in the taxi Companies?

The aim of the study was to formulate some organizational recommendations for taxi Companies.

Analytical review

It is widely known that the price of a taxi service is expensive.

We performed a search of information and found out from sources that are widely available, what can be done to reduce costs:

- automating orders (connection without a dispatcher),
- introducing card / Blik payment options = saving time and time is money,
- installation of a gas system in cars,
- measuring fuel consumption and reducing the scale,
- determination of optimal routes (short one or where we will avoid standing in traffic jams),
- regular vehicle service – efficient cars consume less fuel and are also a guarantee of reliability,
- regular checking of tire pressure – almost 25% of the vehicle's fuel consumption results from the rolling resistance (the most important one is the rolling resistance of the tire). Good technical condition of the tire (including correct pressure) significantly reduces this resistance, thus contributing to the reduction of consumed fuel,
- loyality card,
- optimized driving style – if the driver does not abuse unnecessary acceleration, braking then fuel consumption may be limited,
- development of competition.

Object, subject and methods of research

Object – taxi Companies.

Subject – the conditions of customer service in the taxi Companies.Methods of research:

We used well-documented and powerful methods of analysis. All of our methods were economically justified.

First, we defined of the question – what exactly we were trying to find out.

Our key research technique was to analyze some scientific sources. We used the scientific method to search for conditions of customer service in taxi Companies. In general each of us studied from 10 to 20 scientific sources on that interesting topic. After that we choose the most importent ones for a detailed analysis.

TEKST

The next stage of the method was the comparison of personal results obtained by members of our group.

Finally the data was interpreted and from this, we were able to draw conclusions. Then we created the new organizational recommendations for taxi Companies.

Results of work

1. General characteristics of territories' provision with taxi service

Voivodeship, city	Małopolskie, Cracow	Świętokrzyskie, Końskie	Podkarpackie, Mielec	Śląskie, Jaworzno
Number of inhabitants	754056 [1]	19774	60504 [2]	92847 [3]
Area	327 km² [1]	34,7 km²	47,36 km^2	153 km^2 [3]
Population density	2306 os./km²	1117 os./km²	1280 os./km^2	607 os./km^2
Business owners of taxi Companies	Individual persons			
Work hours of taxi Companies	24/7	24/7	24/7	24/7
Price for the service	6-7 zł (start fee) + from 1,10 – 3,20 (daily tariff I), or (night tariff II) from 3,50 zł and more [4]	6 zł (start fee) + daily tariff 3,00 zł/km night tariff 4,50 zł/km [5]	6 zł (start fee) + daily tariff 2,50-5,00 zł, night tariff 3,75-7,50 zł	6 zł (start fee) + from 1,98 zł/km [6]

2. Competitive analysis

Voivodeship, city	Małopolskie, Cracow	Świętokrzyskie, Końskie	Podkarpackie, Mielec	Śląskie, Jaworzno
1	2	3	4	5
The number of taxi Companies	9 firm	11 firm	7 firm	8 firm

HTTP OHAY

1	2	3	4	5
Number of inhabitants/ number of Companies	82784	1797	8663	11606
Competition analysis	An extensive mass communication network (trams, buses, also at night), as well as a lot of competition among taxi companies	'Bla-bla car', Uber, city buses	City buses (no night courses), private buses, 'Bla-bla car'	City buses, private buses, trains, 'Bla-bla car'

How can you strengthen competitiveness? By:

- enabling a taxi to be called by a mobile application (most companies have this option, but not all)
- determining the route and the cost of travel in advance,
- improving the image of companies – advertising, campaigns,
- lowering the price of the night tariff,
- pro-development use of EU funds (eg for the purchase of electronic cars),
- drivers training in the field of work standardization and cooperation with clients,
- increasing personal culture among taxi drivers,
- the ability to assess the driver and driving comfort by completing the form / in the application, etc.,
-improving punctuality,
- initiating more taxi companies.

3. How to register a new taxi Company

A person who wants to run a company connected with taxi transport has to:

- turned 21 years old,
- hold a category B driving license,
- have a certificate of absence of health and psychological contraindications for work, completion of road transport training or have a letter confirming that for five years she/he worked as a driver,

- have a legal title to dispose of the vehicle,
- can not be sentenced by a valid court sentence for deliberate offenses against life and health, sexual freedom and decency, security in communication, property, credibility of documents or the environment.

The main requirements for entrepreneurs applying for a license are a requirement for good reputation.

If the taxi driver meets the above requirements, the person must additionally obtain the appropriate license. Counselor of the commune, which counts over 100,000 residents, may require a certificate from a trader to complete a road transport training in a taxi, which was confirmed by a passed exam confirming knowledge of the topography of the town and local law, by the entrepreneur who personally performs the transport. The future taxi driver can choose any type of business outside the partner company. In Poland, you can choose to run a business as a sole proprietorship, a civil partnership or a commercial company.

What else will be needed to set up a taxi company:
- buying for start 10 cars,
- good advertisement.

Conclusions

1. It was the uniting of students' results in one work. The students studied the conditions of work of taxi transport in different cities. Uniting the efforts of students gave an additional effect.

The most intense competition among taxi service means population – in Końskie city (Świętokrzyskie Voivodeship).

The weakest competition among taxi service means population – in Cracow city (Małopolskie Voivodeship).

A comparison of the operating conditions of taxi companies helped to find out how to reduce travel costs and formulate some organizational recommendations.

2. Our organizational recommendations are:
- taxi order via SMS and by the application,
- christmas discounts on journeys,
- cancellation of night, holiday or zonal tariffs,
- the possibility of ordering a taxi well in advance of the fixed hour time (excluding the situation that there is the lack of available cars while ordering),
- small gifts with the company's logo for using the taxi,

- indication in the mobile application (SMS) not only the brand of the car that is to arrive, but also the driver's data + the possibility to evaluate the journey,

- possibility of payment via a mobile application (after prior card insertion) and addition of a possibility of leaving tip,

- strengthening competitiveness.

References

1. http://www.krakow.pl/biznes/1140/artykul/liczby_o_krakowie.html (access 18.11.2017)

2. https://rzeszow.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_podkarpackie/portrety_gmin/mielecki/miasto_mielec.pdf (access 15.11.2018)

3. Statystyczne Vademecum Samorządowca, https://katowice.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_slaskie/portrety_miast/miasto_jaworzno.pdf (access 15.11.2018)

4. http://krakow.naszemiasto.pl/artykul/krakow-sprawdzilismy-ceny-za-przejazd-taksowka-i-car,861294,art,t,id,tm.html (access 06.12.2017)

5. http://radiotaxi-konskie.pl/ (access 17.01.2018)

6. http://www.icarjaworzno.pl/page,2.html (access 15.11.2018)

НТБ ОНАХТ

TEPLODAR – CITY OF CRAFTSMEN

Author – Zhikhareva N., Novikova O.
Supervisor – Braiko M.
Odessa National Academy of Food Technologies

The project is devoted to the study of the method, proposed by the researchers W. Chan Kim and Renee Mauborgne in regards of designing the development strategy of any company – «blue ocean strategy» aiming to determine the possibility of its application in the tourism sector. The main aspects of the «blue ocean strategy», their practical application in regards of designing of innovative product have been analyzed in the study. The designing of a new tourism destination – family hobby-tourism in the form of the summer "Craftsmen settlement" has been proposed. The target audience, competitive advantages and positioning of the proposed project have been determined. The innovative investment project has been developed.

The objective of the project *is to study the main aspects of the methodological approach of the "blue ocean strategy" to identify and justify an innovative approach as for their application in the field of tourism services.*

Introduction

The current state of the market of tourism services in Ukraine shows the fierce competition on the one hand and the presence of a large number of new undeveloped directions on the other hand. That is why the use of effective marketing strategies will provide some success under condition of their correct development and rational realization. The so-called «blue ocean strategy» is one of these strategies which permits the entrepreneurs to create new business directions avoiding the fierce competition.

This social innovation investment project foresees the designation of a new tourism destination – family hobby-tourism in the form of the summer "Craftsmen settlement" which will result in increasing the income of local entrepreneurs (the sale of goods and services to tourists), providing the income to craftsmen of their business (income from the implementation of their work and expertise) and increasing the investment attractiveness of the city in general.

Project positioning: leisure in the “Craftsmen settlement” is the joy of being with your beloved people, doing your favorite job in the picturesque corner of Odessa region.

Competitive advantages:

1. Diversity of workshops
2. Convenient location
3. Ecologically clean place with picturesque landscapes
4. Healthy holiday for the whole family
5. Consideration of interests of different generations

Project deadline: March – August of 2018

The economic and financial calculations of this project are done at constant prices that have been formed at the time of designing this investment project.

Investments: borrowed funds 100% – 578,45 thousands of UAH, including

1. Inventory and equipment – 316,45 thousands of UAH
2. working capital – 30,0 thousands of UAH
3. marketing – 232,0 thousands of UAH

Key performance indicators (KPI):

1) visit of “Craftsmen settlement” by at least 1000 people in the period of June-August;

2) inclusion of city Teplodar to “TOP-10 artisanal capitals of Ukraine”.

1. Theoretical foundations for development of tourism destination

In the conditions of the multi-level integration of space and cooperation on the one hand and strengthening of world competition from the side of other developing countries on the other hand, perhaps, the only opportunity for Ukrainian enterprises to enter the global rhythm of the new "technological wave" and benefit from "the diffusion of innovations" and powerful social modernization demand for an update is the designing and development of local points of competitiveness on the basis of the «blue ocean strategy», in particular by means of informatization and the spread of knowledge as factors of production.

«Blue ocean strategy» is a strategy of avoiding competition by means of careful study of the market and the implementation of innovative business ideas that are able to provide the company with access to the new market and the creation of a previously non-existed demand. For the first

time, this strategy has been described in the book of the same name by the authors-researchers W. Chan Kim and Renee Mauborgne [1].

In order to clearly describe their ideas, Chan Kim and Renee Mauborgne use the terms “red ocean” and “blue ocean” in their book (Table 1.1).

Table 1.1 – Comparative characteristics of strategies

Red ocean strategy	Blue ocean strategy
Competition in the existing market space	Creation of market space free of competition
Victory over the competitors	Possibility of not to be afraid of competition
Use of existing demand	Creation of new demand and its mastering
Compromise “value-cost”	Destruction of "value-cost" compromise
Building a company’s business system depending on a strategic choice, oriented either on differentiation, or on low costs.	Building the company's business system according to the task of simultaneous achievement of differentiation and costs reduction

«Blue ocean» is a term which means the market free of competition.

The markets differ: for example, there is market of food products, market of mobile communication providers, market of sports shoes or clothes. And if, due to the unusual product, one company is founded on one of these markets, then all customers belong to this company. Customers come only to this company and buy products only from it because only this company can satisfy their needs with their product or service.

This is a blue ocean: unique innovation product and as a consequence – market free of competitors.

After some time, other companies are beginning to offer the same services or sell the same product but they do it better, faster or at a cheaper price. The competition appears on this market. The authors of the book call competitive markets "red oceans" – they call them red because of the competition and "shedding" of competitors’ blood.

The essence and the main concept of the Blue Ocean strategy is to design an innovative product or service that will provide an entrepreneur with the blue ocean in the market.

It is necessary to stop playing according to the rules of competitors: cheaper, better or faster. Instead of it, it is recommended to change the existing rules and create innovative products and new markets – blue oceans free of competitors.

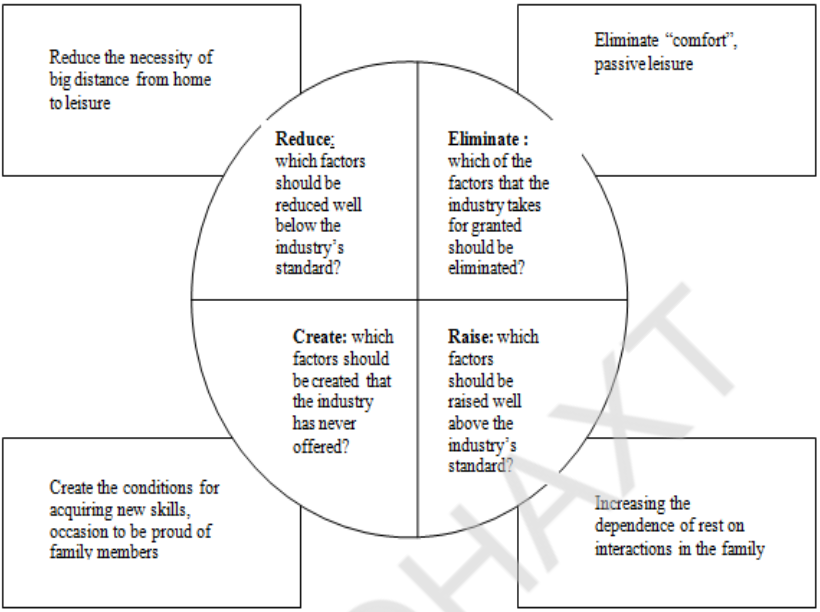
As the innovative product is considered to be a reason of emergence of market free of competition, this product or business-project is often called "blue ocean".

Now, the main concern of the entrepreneur is the practical value of the proposed solutions. According to the experience, the Blue Ocean strategies can be fully applied in the Ukrainian market.

1. To combine both innovation and value in one product.
2. To search at the junction of branches and niches.
3. To think about those, who hasn't become your customer yet.
4. To look at the companies which create similar products.
5. To investigate the possibility of realization of additional products and services.
6. To play with such things as emotional and functional component of the product.
7. To analyze the tendencies which exist on the market and to think over how they will change the market in the recent future.
8. To focus on the whole picture, not on numbers.
9. To check the viability of the idea of blue ocean in order to determine whether the created product is not just something special, but is actually an innovation value.
10. To build periodically a schedule for a strategic canvas, i.e. a visual image of the industry.

In order to design a new product, authors suggest reducing and even eliminating some of the existing factors, while adding new ones that were not previously offered.

The project of designing a new tourism destination – family hobby-tourism in the form of summer "Craftsmen settlement" has been developed in the study – picture 1.1.



Picture 1. Scheme of development strategy "Craftsmen settlement" according to the methodology of "Blue Ocean"

«Craftsmen settlement» will be located at a distance of 30 km from Odessa, the location of tourists – in tents. During the leisure time, a complex of workshops for each member of the family is planned, taking into account his interests.

Thus, a new direction in the tourism sector will be created, which will exclude participation in a fierce competition (for example, in the field of "gastronomic" or "wine" tourism).

2. Innovation-investment project "Teplodar – city of craftsmen"

2.1 Situation analysis

2.1.1 Characteristics of the city of Teplodar

Established in 1983
The city's status since 1997
Population 10 036 people (as of January 1, 2016)
Postal codes 65480, 65490
Phone code + 380-48-502
Coordinates 46 ° 30'23 "Mon. sh 30 ° 19'35 "overcast d.

Address of the city council 65490, Odessa region, city Teplodar, st. Pioneer, 7

City Mayor Zhovnir Mikhail Vasilyevich

The city of Teplodar is located in the south of Ukraine in the central part of the Odessa region. Distance to the nearest railway station Vyboda is 23 km, distance to the regional center is 40 km. In the immediate vicinity of the city are the major Odessa-Reni (3 km) and Odessa-Chisinau (10 km) highways. The total area of the city is 773.72 hectares.

The birth of the city originates from the decision of the Council of Ministers of the USSR on the construction of the Odessa nuclear power plant / OATETS /. Here, in the Black Sea region, near the city of Odessa, the State Commission Act of August 1, 1980, approved by the Decree of the Council of Ministers of the Ukrainian SSR of August 28, 1980, determined the site for the construction of a town-type settlement and APEC atomic heat and power plant. The project of the construction of the village of nuclear power plants was developed by the Odessa branch of the "Dipromysto" institute, the atomic heat and power plant – the Gorky branch of the "Atomteploelektroproekt" Institute of the Ministry of Energy of the USSR.

The populated point did not have a name. By the decree of the Presidium of the Supreme Soviet of the Ukrainian SSR on February 2, 1983, he was named the Teplodar. And the Odessa regional executive committee in its decision of February 15, 1983, №113 subordinated the settlement of Teplodar to the Bilyaivsky City Council.

The construction of the settlement proceeded at a rapid pace. It was an important strategic object of the state. By May 1983, at the facilities of the APEC, 47 different organizations were being built and located in the settlement, in which there were 2775 employees, including 24 construction organizations, transport organizations, housing and utilities, 15 trade and households, a health facility, a paramedic and obstetric station and a pharmacy.

After the disaster at the Chernobyl Nuclear Power Plant in the late 80's, the work around the station was frozen, and in 1997 it was completely suspended.

Describing the economy of the city, it should be noted that Teplodar – was planned as a city of power engineers. However, as a result of the tragic events of 1986, the construction of the AES was suspended and, together with this, the industrial development of the city was stopped. For a long

time there are no budget-making enterprises in the city, only a small business develops.

Individuals – entrepreneurs are mainly engaged in trade of 60%. This is trade in food and industrial goods, specialized trade (flowers, zoo), periodicals, household goods, household appliances. 18% of entrepreneurs are engaged in the provision of transport services (freight and passenger transportation), 10% provide hairdressing services, car repairs, photo services, medical, legal and tutorial services, repair of home appliances, electric cookers, shoes, tailoring and repair of clothes and others. The remaining 12% are engaged in construction works, electrical works, confectionery manufacturing, furniture manufacturing and repair, and other activities. Among legal entities, business entities deal with trade in 18%, construction – 19%, industrial production 8%, other enterprises engaged in providing transport services, water supply, drainage, heat supply, housing maintenance, non-government services, tourist services, parking services.

As of January 1, 2017, in the city of Teplodar there is a House of Child Creativity (numbering 31 circles); School of Music; Art School; theatrical studio, chess-drafts club, four dance studios-schools; Center for child development "Matryoshka", two gardening cooperatives. In each of the listed organizations there are real masters of their business, ready to transfer their skills to others. In addition, Teplodar Lyceum conducts training in areas: hairdresser-fashion designer, tailor, cook, operator of computer set.

The specificity of the modern Teplodar is the lack of production infrastructure and, accordingly, a sufficient number of jobs. As a result, a very high level of "self-employment" of the population. Since January 2016, the problem of filling the local budget has been aggravated to ensure the functioning of the city's social infrastructure.

2.1.2 Tourist potential of the Odessa region

The peculiarity of the economic and geographical location of the region, favorable natural and climatic conditions, various natural therapeutic resources, the presence of sandy beaches, and the development of a network of waterways, railways and highways cause development in the field of tourism and recreation.

Among the natural resources that are actively used in the resort and recreation economy of the region, the healing mud and rocks of the Kuyalnitsky, Hadzhybey, Shabolotsky estuaries, sulfuric-hydrogen, hydrocarbonate, iodine-bromine and sodium mineral waters are important for effective treatment of diseases of the blood circulation organs, nervous

system, respiratory organs are not tubercular, digestive organs, metabolic disorders, etc.

The peculiarity of the tourist-excursion potential of the region is also determined by numerous monuments of various times with famous historical-cultural reserves, monuments and museums. It is known in the world Odessa State Academic Opera and Ballet Theater, the famous Potemkin Stairs, the Ukrainian Venice – the city of Vilkovo, the fortresses of the XII – XV centuries in the city of Bilhorod-Dnistrovsky, excavations of ancient cities of Thira and Nikonias, monuments of religious architecture in the cities of Odessa, Izmail, Reni, Kiliya and many more.

Over 5000 objects of cultural heritage and 120 objects of the nature reserve fund of national and local significance created the image of one of the most well-known and popular, first of all because of its identity, places for visiting tourists and vacationers.

There are 92 nature protection areas on the territory of the region, including the state significance – the Danube Biosphere Reserve, the Danube and Dnistrovsky floodplains, the Landscape Park "Tiligulsky", the botanical garden of the Odessa National University. I.I. Mechnikov, 19 park-monuments of landscape garden art, etc.

Thus, the city of Odessa is one of the tourist centers of Ukraine, but in the region there are also interesting places for tourists (Vilkov, Shabo, Frumushik-Nova, etc.). The project Teplodar – the city of craftsmen corresponds to the concept of development of domestic tourism, and eventually has a chance to become a city attractive to foreign tourists.

Today in the market of tourist services there is no proposal for joint family active recreation while taking into account the needs of several generations of the family.

2.2 Concept of the investment project

The project envisages the creation of "Craftsmen settlement", which will increase the income of local entrepreneurs (the sale of goods and services to tourists), will provide income to masters of their business (income from the implementation of their work and expertise), and will increase the investment attractiveness of the city as a whole.

2.3 Product Description

"Craftsmen settlement" is a camp for a joint family holiday in an ecologically clean place.

2.4 Marketing Plan

Mission – "The warmth of the hands will keep the heat of the family hearth"

Marketing goal – Promoting the development of the city of Teplodar by creating a center for family hobby tourism.

Project objectives:

- organization of the summer "Craftsmen settlement";
- popularization of family hobby tourism.

The basic strategy of development: the strategy of commodity differentiation – providing conditions for active recreation by all members of the family in order to unite them in an environmentally attractive place.

Competitive strategy: focus on the development of family hobby tourism.

Marketing strategy of growth: strategy of product development – organization of the summer "Craftsmen settlement".

Target segments:

- masters of Teplodar, Odessa and other regions of Ukraine;
- citizens of Odessa, who appreciate common family holidays;
- tourists who come to Odessa and prefer active recreation;
- newlyweds;
- corporate clients who use the rest of the team with their families.

Marketing complex:

I. Commodity strategy: strategy of product development – creation of a new direction of tourism – a family hobby-tourism in the form of the summer "Craftsmen settlement".

The project will satisfy certain needs of consumers of services "Craftsmen settlement" – those who will rest in the settlement, as well as suppliers – masters of their affairs and local entrepreneurs.

Positioning motives (1 rational + 2 emotional / social): additional benefits, love, self-realization.

Additional benefits: Rest in the "Arrival of craftsmen" is an opportunity to learn new skills that will provide material and moral benefits in the future.

Love: A person is happy when he combines his favorite business with communicating with loved ones. Rest in a family circle allows you to feel care, support and love for each other. Happiness to be close and rejoice for the victory of children, parents, etc.

Self-realization: The development of personality through transformation into an expert in a favorite hobby, through the realization of their dreams. Share success with creating something special with your friends and family.

ПРОФАКТ

Positioning: rest in the "Craftsmen settlement" – it is a happiness to be close to the loved ones, doing your favorite business in the picturesque corner of the Odessa region.

The driver for the consumer (rational factor for the purchase) – rest and development of new skills in a short time in an environmentally clean place.

II Price strategy: a strategy of deep penetration into the market – the prices for trips to "Arrivals of masters" do not include profit, therefore, they are quite low – table 2.1. For comparison – a trip to Sofievsky Park costs 390 UAH, the cost of one day of stay in a hostel Odessa is from 75 to 330 UAH. Cost of a workshop for decoupage or painting (Odessa) – from 250 UAH.

Table 2.1 – Calculation of the cost of stay in the "Craftsmen settlement" per person

Service	Cost of unit / one day, UAH	For 7 days		For 2 days	
		number	amount, UAH	number	amount, UAH
Food	60	7	420/ -	2	120/ -
Residence	50	7	350	2	100
Workshops	40	10	400	6	240
Odessa-Teplodar Transfers	20	2	40	2	40
TOGETHER	-	-	1210/ 790	-	500/ 380

III Distribution strategy: direct marketing, use of the zero-level channel – the sale of vouchers through its own site, use of the first level channel – sales of travel tickets through travel agencies specializing in domestic tourism.

IV. Strategy of promotion: personal sales, event marketing, Internet marketing, video blogging. The purpose is to inform consumers about the creation of "Craftsmen settlement", the range of services offered, promotions.

List of promotion activities:

- Promotional tables on thematic festivals of Odessa, Kiev, Kharkiv, Lviv;

- Joint partner programs with travel agencies engaged in domestic and hobby tourism;
- Promotion in social networks;
- Video tutorials for workshops (video blogging);
- A series of reports on Odessa TV channels;
- A "Friendly Family" (the largest family applying for the first and last arrivals will be entitled to a free stay in the "Arrivals of craftsmen");
- Writing articles and placing them on thematic sites and forums;
- Participation in the program "One map of the tourist" (Odessa).

The marketing costs for project promotion are presented in Table. 2.2.

Table 2.2 – Budget of marketing expenses

Cost direction	Amount, ths. UAH	Note
SMM specialist pay	40,0	For four months with accrual
Payroll Manager PR	40,0	For four months with accrual
Production of information and advertising materials	4,0	-
Capture and video installation	12,0	-
Rented T-shirts for masters, bracelets for tourists	5,0	-
Prizes for contests	3,0	-
Participation in festivals and fairs, including:	53,0	-
Kyiv	32,0	4 festival with a sponsorship package
Kharkov	12,0	4 fairs
Odessa	6,0	3rd festival
Lviv	3,0	1 festival
Promotion "Friendly Family"	60,0	catering expenses and travel for 24 people
Other expenses	15,0	-
TOGETHER	232,0	-

Thus, to advance the project, it is necessary to 232.0 thousand UAH.

НТБ ОНАХТ

2.5 SWOT analysis of the project

The inner environment	
Strengths	**Weak sides**
1. Diversity of workshops 2. Convenient location 3. An ecologically clean place with picturesque landscapes 4. A useful holiday for the whole family 5. Taking into account the interests of different generations	1. Seasonality of the project 2. Lack of own funds 3. Derived living conditions 4. Lack of experience in the organization of such projects
Environment	
Opportunities	**Threats**
1. The growing popularity of family vacation 2. Striving for the environmental friendliness of life and rest 3. Reorientation to rest within Ukraine 4. Growing popularity of hand-made	1. Dependence on weather conditions 2. Political instability in Ukraine 3. Low support for state social projects 4. Occurrence of enterprises polluting the environment

2.6 Action plan for the implementation of the project "Teplodar – the city of craftsmen"

To implement the project, you must take certain actions. First, prepare and conduct a presentation of the project to the local community, the leadership of the city of Teplodar for the purpose of obtaining permission and support regarding the organization of "Craftsmen settlement".

At the same time, members of the NGO "Our Family" will be working on attracting investors. It is mainly a grant search, including grants for the development of small places.

Since March, work on the promotion has started – in the spring most families plan summer holidays. It is a participation in specialized festivals, reporting on local television, promotion in social networks, video blogging, etc.

On the other hand, it is necessary to create a base of masters and to cast cast among them. Unfortunately, not all masters have the ability to teach others.

PREPRINT

April-May – preparation and improvement of the territory on the coast of the Baroque reservoir, procurement of equipment for the organization of "Craftsmen settlement".

The solemn opening of the "Craftsmen settlement" is scheduled for June 17, 2018.

From June 17 to August 27 for ten weeks, at least 800 people per week program (20 families * 4 persons * 10 weeks) and 500 people on weekends (50 people * 10 weekends) are expected to stay at the week.

On 27 August, the solemn closure of the first season "Craftsmen settlement" is planned.

Upon completion of the "Craftsmen settlement" work it is necessary to sum up, inventory equipment and develop an action plan for the next season.

2.7 Organizational plan

According to the organizational-legal form, the "Craftsmen settlement" created is a non-profit project of the NGO "Our Family". The staff of the "Craftsmen settlement" staff will include:

1) Project Manager;
2) Administrator;
3) Animators;
4) SMM Specialist;
5) PR Manager;
6) Chef;
7) Chef's assistant;
8) Assistant Administrator.

The salary of the staff will depend on the personal labor input and the final results of the settlement activity. Therefore, the personal income of an employee (wage) will consist of two parts: 1) permanent (basic salary, determined by the salary); 2) variable (additional pay, which is calculated depending on the income received).

Table 2.3 – Staffing schedule

Full employment	**Quantity**	**Description of the post**	**FOP with accrual basis, ths. UAN**
1	2	3	4
Project Manager	1	Coordinates project activities, sales, masters' base, marketing, financial accounting and personnel	40,0

1	2	3	4
Administrator	1	Responsible for the functioning of the settlement	30,0
Animator	3	Ensures the comfortable stay of children in the settlement	46,0
SMM Specialist	1	Manages the site, pages in social networks	40,0
PR Manager	1	Responsible for media ties, event marketing	40,0
Cook	1	Comes up with a menu that is responsible for the nutrition of the inhabitants of the settlement	18,0
Chef's assistant	2	Helps in cooking	32,0
Chef's assistant	1	Ensures the comfort of staying in a settlement	26,0
Total	**11**		
Total labor costs			**272,0**

2.8 Financial plan

For the organization of "Craftsmen settlement", investment resources of 578.45 thousand UAH are required, which will be invested in inventory and equipment, working capital and marketing.

Table 2.4 – Investment costs

Spending directions	Amount, ths. UAH
1. Inventory and equipment	316,45
2. Working capital	30,0
3. Marketing	232,0
Total	578,45

The calculation of inventory and equipment costs is given in Table 2.5.

Table 2.5 – The amount of inventory and equipment costs for the "Arrival of craftsmen"

Name	Unit cost, UAH	Quantity	Amount, UAH
Tent for 5 people	2200	20	44000
Tent for 3 people	1100	10	11000
Karamat	800	130	104000
Gas vodka	500	30	15000
Balloon	115	30	3450
A set of dishes	1000	130	130000
Lighthouse	300	30	9000
TOGETHER			316450

In terms of working capital it is taken into account that the realization of the trips will take place from the beginning of June, and labor costs, procurement of products, and the arrangement of the territory will take place earlier.

The expenses for marketing measures are calculated in clause 2.4 (Table 2.2), and make 232.0 thousand UAH.

Thus, for the implementation of the project "Teplodar – the city of craftsmen", investments are required in the amount of 578.45 thousand UAH, which at the rate of the NBU as of 20 December 2017 is 21.8 thousand dollars.

The entire amount is available in the form of grants.

Revenues from the sale of services will be used for the development of the social infrastructure of the city of Teplodar: the purchase of new equipment for the Children's Art House, Music School, etc., as well as targeted assistance to large families and single-parent families.

The project has a social character, so its result will be a certain social effect – families will become more cohesive.

To calculate the amount of proceeds from the sale (Table 2.6) take into account that a certain number of tourists can buy trips without the cost of food.

To check the sufficiency of funds for the functioning of "Settlement of the masters", we will deduct direct expenses – for food for payment for masters for workshops (30 UAH) and transfer (table 2.7).

Table 2.6 – Calculation of the forecast proceeds from the sale of vouchers to the "Craftsmen settlement"

Indicator	For 7 days	For 2 days
Number of vacationers, persons	800	500
With paid meals (65%), people	520	325
The cost of a trip with a meal, UAH	1210	500
Amount, UAH	629200	162500
No food (35%), people	280	175
Cost of the tour, UAH	790	380
Amount, UAH	221200	66500
Total amount, UAH	850400	229000

Thus, proceeds from the sale of visas will be 1079.4 ths. (850.4 + 229.0).

Table 2.7 – Calculation of direct costs for the functioning of "Craftsmen settlement", UAH

Cost Name	For 7 days	For 2 days
Food	218400	39000
Workshops	240000	90000
Shuttle	32000	20000
Total amount, UAH	490400	149000

Thus, direct costs will amount to 639.4 thousand UAH. (490.4 + 149.0), then, taking into account labor costs 192.0 ths. UAH (without the salaries of marketing specialists), 248.0 ths. UAH remains for the functioning of the settlement. (1079.4 – 639.4 – 192.0)

2.9 Project Risk Assessment

Table 2.8 – Main risks of the project and measures to reduce them

Types of risks	Content of risks	Measures to reduce and prevent
1	2	3
Political risks	Associated with the instability of economic, tax, banking, land and other legislation in Ukraine, lack of government support, instability of the political situation in the country.	– monitoring changes in tax legislation; – active participation of founders in interaction with power structures.

1	2	3
Legal risks	Related to the imperfection of the legislation, the false documents, the unclearness of court proceedings in case of disagreement between the founders.	- clear and unambiguous formulation of the relevant articles in the documents; - involvement of specialists who have practical experience in this area for the registration of documents..
Climatic Risks	It is associated with instability of weather conditions, exceeding the seasonal norm of precipitation	- monitoring of weather conditions, the use of anti-drainage facilities (additional awnings)
Organizational risks	Related to the possibility of non-attendance of masters, delays in conducting masters classes	- clear calendar planning and project implementation management; - development and control of arrivals and departures of participants of events; - timely organization of the transfer to the railway station, bus station, airport, etc.
Internal social and psychological risk	Social tension in families arriving in the settlement, Negative attitude of the population of the city of Teplodar to the arrival of tourists	1. involvement of a specialist in family psychological care *2.* development of an effective PR campaign among the population of the city of Teplodar
Marketing risks	Linked to possible delays in the development of the project, the false choice of marketing strategy and pricing policy.	• development of marketing strategy; • development and implementation of a marketing program; • carrying out a full complex of marketing researches, etc.

НЕ ОНИЖ

1	2	3
Financial risks	Refusal to grant grants, Lack or insufficient investment in the project.	– monitoring grants for social initiatives and development of small cities, tourism, children's recreation and creativity, assistance to families with many children; – involvement of specialists for the correct execution of documents in accordance with the terms of the grant; – variety of proposed schemes for financing the project, placement of the project on the platform "Community".

Thus, the project "Teplodar – the city of craftsmen" in the form of creating "Craftsmen settlement", makes it possible to have a joint family holiday in an ecologically clean place. Mastering each member of the family with some kind of useful skills will give you the opportunity to be proud of each other, find a common occupation and an occasion to spend time with each other, and not near (with a tablet or smartphone in your hand).

Due to its location it is possible to provide a hobby for every taste:

☺ tatam – fishing, home repair, furniture designing and assembling, etc.;

☺ for moms – various kinds of needlework, cooking, etc .;

☺ for children – dancing, drawing, needlework, sport orientation;

☺ for grandparents – gardening, landscape design, basics of computer literacy.

As well as family biking and hiking, family-friendly competitions for the best soup, family song, dance, etc.

For newly-married couples there is a special program "School of the young family", within which will be held various workshops on solving domestic problems (from plumbing to the organization of a romantic dinner) and psychological health of a new family.

In modern firms there is a practice of recreation of a collective together with families. A visit to the "Craftsmen settlement" can be arranged according to the request of a certain firm under a special program of workshops.

RTSOURCE

Odessa is a business people, not every family can rest together in the summer. Family vacation in our village allows you to combine active rest with children and work in Odessa. During the day, the children will be supervised and spend time with the benefit.

Handmade products are expensive, because they require a lot of time, expensive materials. One way to increase revenue is to sell their expertise through workshops. It is impossible for each master to provide a constant flow of customers. The project "Teplodar – the city of craftsmen" includes the creation of a database of masters, recording video-announcements of workshops, publication of articles, stories on local television, promotion in social networks, participation in festivals and profile events of Odessa, Kiev, Kharkiv, and Lviv.

Conclusions

Today in the market of tourist services there is no proposal for joint family active recreation while taking into account the needs of several generations of the family. the project "Teplodar – the city of craftsmen" in the form of creating "Craftsmen settlement", makes it possible to have a joint family holiday in an environmentally clean place. Mastering each member of the family with some kind of useful skills will give you the opportunity to be proud of each other, find a common occupation and an occasion to spend time with each other, and not near (with a tablet or smartphone in your hand).

Positioning of the project: rest in the "Arrival of craftsmen" – it is a happiness to be close to the loved ones, doing your favorite business in the picturesque corner of the Odessa region.

Competitive advantages: a variety of workshops; convenient location; ecologically clean place with picturesque landscapes; useful rest for the whole family; taking into account the interests of different generations.

Target segments: masters of Teplodar, Odessa region and other regions of Ukraine; citizens of Odessa who appreciate a common family holiday; tourists who come to Odessa and prefer active recreation; newlyweds; corporate clients who use the rest of the team with their families.

Due to its location, it is possible to provide a hobby for every taste: tatami – fishing, home repair, designing and assembling of furniture, etc; moms – various kinds of needlework, cooking, etc .; for children – dancing, drawing, needlework, sports orienteering; grandparents – gardening, landscape design, the basics of computer literacy.

As well as family biking and hiking, family-friendly competitions for the best soup, family song, dance, etc.

For newly-married couples there is a special program "School of the young family", within which will be held various workshops on solving domestic problems (from plumbing to the organization of a romantic dinner) and psychological health of a new family.

In modern firms there is a practice of recreation of a collective together with families. A visit to the "Craftsmen settlement" can be arranged according to the request of a certain firm under a special program of workshops.

Odessa is a business people, not every family can rest together in the summer. Family vacation in such a settlement allows you to combine active rest with children and work in Odessa. During the day, the children will be supervised and spend time with the benefit.

Handmade products are expensive, because they require a lot of time, expensive materials. One way to increase revenue is to sell their expertise through workshops. It is impossible for each master to provide a constant flow of customers. The project "Teplodar – the city of craftsmen" includes the creation of a database of masters, recording video-announcements of workshops, publication of articles, stories on local television, promotion in social networks, participation in festivals and profile events of Odessa, Kiev, Kharkiv, and Lviv.

This project provides for the creation of a new direction of tourism – a family hobby-tourism in the form of the summer "Craftsmen settlement", which will increase the income of local entrepreneurs (the sale of goods and services to tourists), will provide income to masters of their business (income from the implementation of their work and expertise), as well as increase the investment attractiveness of the city as a whole.

References

1. Kim C., Moborn R. Strategy of the blue ocean. How to find or create a market that is free of other players. M: Mann, Ivanov, Ferber, 2015. 240 p.

2. About the city. Off-site site m. Teplodar [Electron resource]. Access mode: http://trada.gov.ua/?page_id=97

3. Braiko M.G. Marketing strategy of managing the potential of innovation in the development of receipts / Golubyonkova O.O., O.S., Braiko M.G. // Marketing of innovation and marketing: The Masters of the XI of the International Scientific and Practical Conference. – m. Sumi, SumU. 2017.

CREATING A VALUE DRIVER TREE AS AN ELEMENT OF INFLUENCE ON THE INDICATORS OF THE FINANCIAL STATE OF THE ENTERPRISE

Author – Dashchenko O.
Supervisor – Kasianova A.
Kyiv National University of Trade and Economics

This article contain information about current ways of using value driver tree as way to influence on the indicators of the financial state of the company. Identified how the using of value drivers tree are useful to increase the efficiency of the company by combining value drivers that are decomposed into key performance indicators.

Assessment of the financial status of the enterprise is one of the important elements in the management system and the adoption of various business decisions. It is of interest to investors, lenders, suppliers of logistics, government agencies and production managers [1]. One of the important financial tasks at the enterprise is to make the system of evaluation, analysis and decision making simpler, more convenient and technologically efficient. The decision tree is a vivid example of solving this problem.

Among the scholars who considered the theoretical and practical aspects analysis and the search for effective financial solutions using the tree of factor estimation there areRappaport A., Meier M, Sinzig W, Mertens P., BrandenburgR. Akkiraju and R. Zhou, I. Herman, G. Melancheon, and M. S. Marshall. Also it`s worth to emphasize the impact of those scientists as A. Kerren, H. C. Purchase, and M.O. Ward. The development of scientists and practitioners in the field of tree management of factor estimators, in particular C. Tian, R. Cao, W. Ding, H. Zhang , and J. Lee et al.

The purpose of writing this article is to analyze the Value driver model as a way of visualizing and analyzing the flow of value from one part of particular organization to another, regardless of an industry. Based on the purpose of the study, we have set the following objectives: to explore the diversity of models; to identify the advantages, disadvantages and possibilities of applying value tree drivers to an enterprise. The article uses the analytical methods of the study, as well as the method formalization, modeling,value driver tree approach, applied Gordon model

In corporate finance, value driver trees (VDTs) are usedas aninstrument in value-based management. Value-Based Management is a concept which enables to enhance the techniques through which corporate value is improved.

An important part of VBM is a deep understanding of the performance variables that will actually create the value of the business – the key value drivers. Such an understanding is essential because an organization cannot effect value directly on value. It has to act on things it can influence – profitability, customer satisfactions, cost, capital expenditures, etc. Moreover, it is those drivers of value through which senior management learns to understand the rest of the organization`s performance and to establish a dialogue about what it expects to be accomplished [2].

Accordingly, relying on [3], we can generalize the main keypoints which characterize and give further explanation of value drivers as a value-based phenomenon.

Value drivers are:

- those attributes that distinguish successful companies and set them apart;
- they reduce risks perceived in owning a business;
- they increase the prospect and likelihood of future growth;
- they create and drive sustainable value;
- they make a company more valuable than another;
- they enhance value and provide justification for a premium price [3].

According to A. Rappaport [1], who was the first to highlight this topic in literature in 1986, business value depends on the seven value drivers: sales growth rate, operating profit margin, income tax rate, working capital investment, fixed capital investment, cost of capital, and forecast duration. While these drivers are critical in determining the value of any business, they are too broad. To be useful for many operating decision is needed establish for each business the micro value drivers that influence the seven financial or macro value drivers [2].

Figure 1 demonstrates the tree of micro and macro value drivers which was elaborated by A. Rappaport and extended by the author regarding to the realities of Ukrainian enterprises and the aims that they set to their performance.

An assessment of these micro value drivers at the business unit level allows management to focus on those activities that maximize value and to eliminate costly investment of resources in activities that provide marginal or no potential for creating value [1]. Isolating these key micro value

drivers enables management to target business unit operations that have the most significant value impact and those most easily controlled by management.

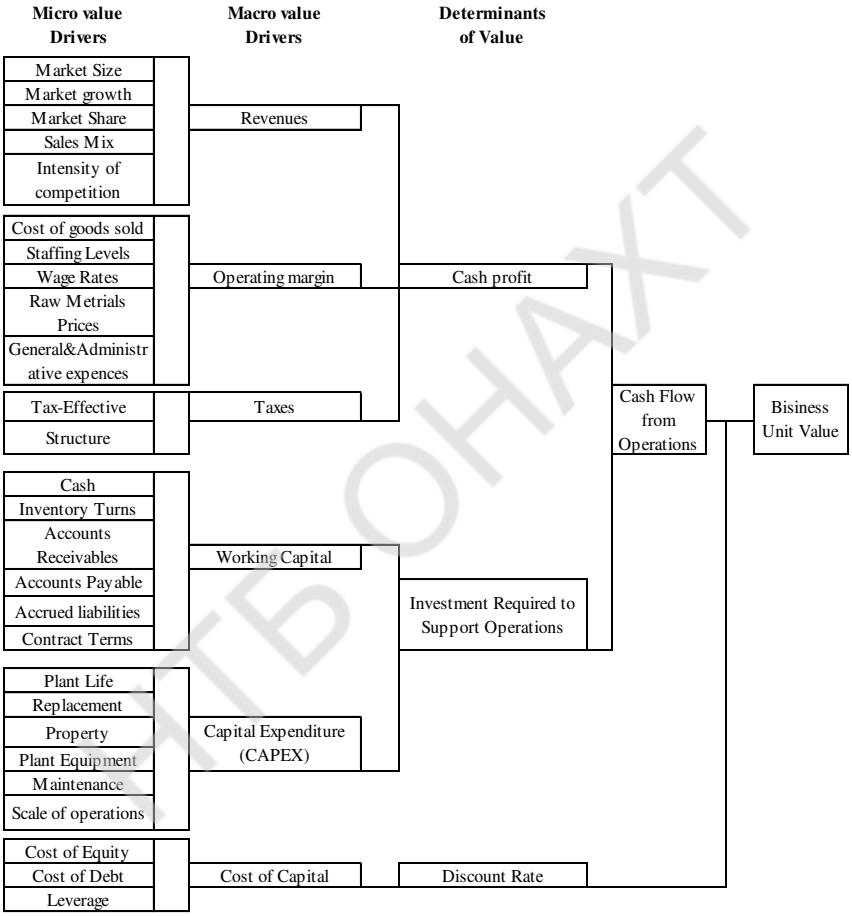


Figure 1. Extended by the author on the basis of the model Micro and Macro Value Drivers of A. Rappaport [1]

A business unit value driver analysis is accomplished in three steps [1]:

•The first step is to develop a value driver "map" (value driver tree) of the business. This involves identifying the micro value drivers that impact sales growth, operating profit margins, and investment requirements.

•Armed with a better understanding of micro value driver relationships, the next step is to identify the drivers that have the greatest impact on value.

•The third step in the assessment of the value drivers is to isolate drivers that management can influence [2].

So, value driver trees (VDTs) are used to model (parts of) a business and visualize the calculation of a business's value drivers, i.e., key performance indicators measuring the value added by a company's business activities.

Originally, this type of representation was used in DuPont analysis (orig. DuPont-System of Financial Control) to evaluate a company's return on equity (ROE), its profitability on investment and growth. From this, the VDT has been extended to incorporate a whole range of analysis models to support decision making and understand the relationships and components that make up a business's revenue and profitability. As a result, these trees now make up an essential tool to allow the comprehension of a business as a system model [8].

Based on the researches [4, M. Brandenburg] we can resume the purposes of the VTD application:

•to identify where the biggest constraints are in an organization`s ability to create value.

•in conjunction with sensitivity analysis to show which areas are at greatest risk for failing to deliver value.

•to value a range of different investment options to find the optimal combination for creating value.

•to provide transparency at the individual employee level to see how they contribute to the creation of value.

•allow you to benchmark operations that were previously too different to compare through traditional benchmarking methodologies.

One of the basic elements of corporate value is the operating cash flow. We can use it an instance to visualize ability of VDT to be an element of influence on the indicators of an enterprise financial state.

Planning of future operating cash flows takes place using value drivers. A. Rappaport considers the following value drivers:

Cash Flow = Cash inflows – Cash outflows =

= [(Previous year`s sales)*(1+Growth rate of sales) x Operational profit margin.

These are independent of the industry and type of business and are therefore classified as generic value drivers [1]. They can be augmented by business-specific value drivers that are particular to a firm. Using both together we can arrive at operational key figures for planning. The tree diagram (figure 2) helps visualizing the relationships between value drivers and key figures.

The figures (value drivers) that merit the most consideration are those over which the company has a large degree of control (influence) and which greatly influence the corporate value (effect).

So, using value drivers tree, we can select micro-key drivers and it will help analyze narrower branch of financial activity.

To apply the value-based models for influencing on the indicators of the financial state of the enterprise we can build decomposition of free cash flow based on financial statement of PJSC "Zhytomyr Butter Plant".

Figure 3 demonstrates the decomposition of the free cash flow according to the financial results of the company. As we can see, the amount of free cash flow is pretty low for this company.

To determine the causal relationship between a value driver and its children value drivers needs to be defined first. In certaincases, it is difficult to come up with quantitative relationships between a value driver node and its children nodes, because the empirical data for applying regression methods is not always available. So it`s going to be in the case to use the Gordon model [5] that is based on estimating elasticity indexes of enterprise value.

It is necessary to assess the value of sensitivity to changes in its components to address the issue of effective levers of influence on the value of the company. For these purposes, it is convenient to consider the elasticity of cost in these variables.

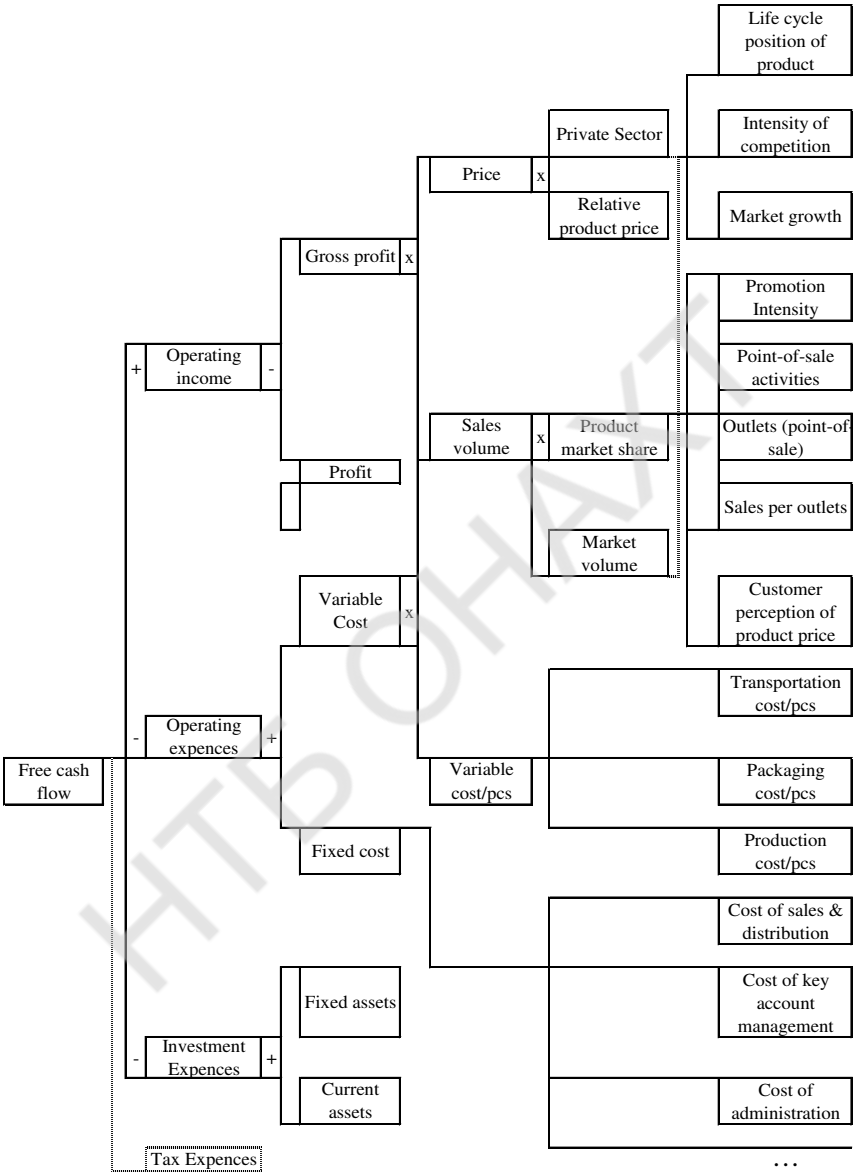


Figure 2. Extended by the author on the basis of the model Free Cash Flow Value Driver Tree of M. Brandenburg [4]

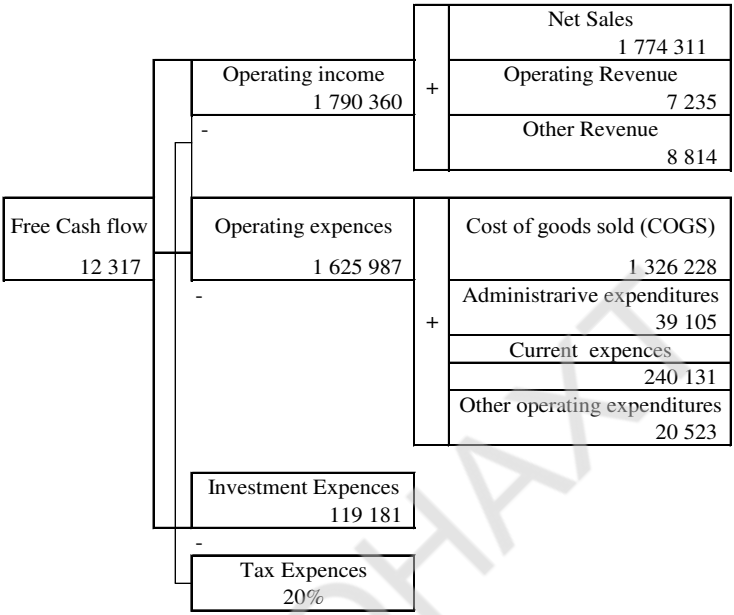


Figure 3. Free Cash Flow decomposition map (developed by the author)

The term "elasticity" shows the percentage change valuation of the company if the cost of the investigated factors ceteris paribus change by 1%. And the cost of the company on the Ukrainian market increases when the financial condition of the enterprise improves.

Elasticity of the cost of the company at the cost of capital is calculated by the formula below:

$$E_r = -\frac{r}{r-g} \tag{1.1}$$

Applying the formula to the data on the company PJSC "Zhytomyr Butter Plant", we obtain the following equation:

$$E_r = -\frac{0{,}37}{0{,}37 - 0{,}29} = -3{,}08$$

The negative sign of elasticity in formula (1.1) means that an increase in capital costs, with other conditions remaining equal, leads to a decrease in the value of the company.

The elasticity of the cost of the company for the cost of goods sold is as follows:

$$E_c = -\frac{1-T}{FCF/C} \quad (1.2)$$

$$\mathrm{E_c} = -\frac{1-0,2}{12317,4/1326228} = -86.1$$

So, the greater share of the cost is in sales (the lower the profitability of production), the more effective the company actions to reduce costs will be in order to improve the financial condition (if other conditions are not changed in process).

The elasticity of the value of cash flow by revenue is as follows:

$$E_S = \frac{1-T}{FCF/S} = \frac{1-0.2}{12317,4/1774311} = 115 \quad (1.3)$$

Equation (1.3) shows that an increase in sales revenue (other things being equal) leads to an increase in the value of the company, and the dependence is nonlinear, which means that the lower the profitability of sales, the stronger the percentage effect of revenue on the company's value change.

Elasticity on profit:

$$E_S = \frac{1-T}{FCF/EBIT} = \frac{1-0.2}{12317,4/164373} = 10.68 \quad (1.4)$$

From the expression (1.4) it follows that the increase in profits results in a proportional increase in the value of the company.

Elasticity of an enterprise by additional investments:

$$E_I = \frac{-1}{FCF/I} = \frac{-1}{12317,4/119181} = -9.68 \quad (1.5)$$

The negative sign of elasticity in formula (1.5) means that an increase in additional investments (with other conditions remaining equal) leads to a decrease in the value of the company.

According to the calculations of value elasticity of different factors we can see that the largest influence have such drivers as revenue and cost of goods sold. Thus, in order to boost the cash flow potential of a company

HTB DRAFT

the most efficient will be company actions for optimizing the factors of revenue and cost of goods sold.

Conclusions

In summary, this case study was able to demonstrate the following: VDT model of the metrics and value drivers of the individual activities is a powerful means of understanding the true impact of decisions made on costs, production, and ultimately value. It exposes the business logic and, even more importantly, integrates all individual disciplines, activities, and variables across the full value chain so that the impact on value can be determined.

As noted above, building VDT allows to focus on key management points of the company. One of the most important factors in the growth of value is the ability of an enterprise to generate cash flows. An important component of cash flow management is their analysis. The offered method of analysis includes the division of drivers according to the levels of influence and the analysis of the elasticity of the influence of factors on the cost of the enterprise.

The study of the calculated coefficients allows to evaluate theefficiency of management of cash flows of the enterprise to establish positive and negative trends, as well as to create information base for the development of strategies for optimizing business processes in the course of financial and economic activity of the enterprise.

References

1. Rappaport A., Creating Shareholder Value: A Guide For Managers And Investors / A. Rappaport – 2013 – 112-115 p.

2. Meier M., Sinzig W., Mertens P., Enterprise Management with SAP SEMTM / Business Analytics / Meier M, Sinzig W, Mertens P. – 2016. – 118-120 p .

3. Akkiraju R. and Zhou R. Measuring service solution quality in services outsourcing projects using value driver tree approach. In Proc. SRII Global Conference, SRII ’12, pp. 191–200. IEEE Computer Society, 2012. doi: 10.1109/SRII.2012.30

4. Brandenburg M., Quantitative Models for Value-Based Supply Chain Management / Brandenburg M. – 12 – 13 p.

5. Yesipov, V., Efimovich, M. Business Valuation: Tutorial. 3rd ed., 2016

6. HadlakS., SchumannH., and SchulzH.-J. A survey of multi-faceted graph visualization. In EuroVis-STARs. Eurographics Association, 2015.

7. Herman I., MelancG. on and Marshall M. S. Graph visualization and navigation in information visualization: A survey. IEEE Trans. Vis. Comput. Graphics, 6(1):24–43, Jan. 2000. doi: 10.1109/2945.841119

8. Kerren A., Purchase H. C., and Ward M. O., eds. Multivariate Network Visualization, vol. 8380 of Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2014. doi: 10.1007/978-3-319-06793-3

9. Schulz H.-J. Treevis.net: A tree visualization reference. IEEE Comput. Graph. Appl., 31(6):11–15, Nov. 2011. doi: 10.1109/MCG.2011.103

10. Tian C., Cao R., Ding W., Zhang H., and Lee J. Business value analysis of it services. In IEEE Int. Conf. Services Computing (SCC 2007), pp. 308–315, 2007. doi: 10.1109/SCC.2007.36

НТБ ОНАХТ

RESEARCH METHODS FOR CALCULATION COMMERCIAL GOODS` PRODUCTION EFFICIENCY IN AGRICULTURE

Author – Coleva D.
Supervisor – Parmacli D.
Comrat State University

The methods of calculating the efficiency of production output in agriculture are being considered. Four types of efficiency are being presented: return on sales, operating profitability, cost payback and cost-to-sales ratio. A inter-relation between them is elaborated on in formulas and on graphs. It is demonstrated that return on sales can be estimated without the metrics of net profit, cost of production or sales metrics.

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Автор – Колева Д.
Руководитель – Пармакли Д.М.
Комратский государственный университет

НТБ ОНАХТ

Введение

Вопросы эффективности сельскохозяйственного производства находятся в центре внимания современной экономической науки. Вместе с тем вопросы, касающиеся оценки уровней хозяйствования на земле, рациональности использования ресурсов в отрасли требуют современных подходов, отражающих достижения аграрной науки и передового опыта. Важно при этом отметить, что ныне земельные отношения развиваются настолько динамично, что это зачастую вызывает неопределенность сельских товаропроизводителей и требуют более простой и доступной методики оценки эффективности реализованной продукции и особенностей их планирования.

При расчетах экономической эффективности производства и реализации продукции на сельскохозяйственных предприятиях используется система показателей. Однако как в учебных, так и в реальных производственных условиях четкого разграничения значимости каждого из них, а также взаимосвязь между ними недостаточно освещены. В связи с этим актуальными являются исследования методических аспектов проведения расчетов указанных показателей.

Анализ последних исследований

В растениеводстве важным условием обеспечения высокой эффективности производства является получение высоких показателей урожайности производимой продукции, т.е. более полное использование потенциала продуктивности земли и биологического потенциала растений. Однако сами показатели выхода продукции с единицы площади непосредственно не характеризуют состояние уровня хозяйствования на земле. В связи с этим важно изучить современное толкование таких экономических показателей как доходность, рентабельность, окупаемость затрат.

Вопросы эффективности результатов землепользования рассматриваются в экономической литературе с различных позиций. В частности, в своих публикациях профессор М.Вронских исследовал влияние изменения климата на эффективноть сельскохозяйственного производства [1, с. 211-215]. Представляет интерес работы Тодорич Л.П. [2, с. 176-178] и Дудогло Т.Д., [3, с. 42-43], в которых предложен новый подход оценки эффективности продукции и дано обоснование факторов ее роста. Особой новизной отличаются исследования профессора Пармакли Д.М., направленные на поиск новых подходов как оценки сложившихся показетелей эффективности, так и особенностей планирования доходности реализованной продукции [4, с. 88-92; 5, с. 192-196].

Изложение основных результатов исследования

Экономическая эффективность производства и реализации продукции отражает доходность или прибыльность. Как известно они измеряется такими обобщающими показателями как:

- рентабельность реализованной продукции

$$P = \frac{П}{Z}, \text{ лей/лей} \qquad (1)$$

- рентабельность продаж

$$P_{П} = \frac{П}{N}, \text{ лей/лей} \quad (2)$$

где: *П* – прибыль от реализации продукции, лей;

Z– себестоимость продукции, лей;

N – объем реализованной продукции, лей.

Следует иметь ввиду, что в практике экономических расчетов используются три формы показателей рентабельности, имеющие единый экономический смысл) [5, с. 192]:

- *уровень рентабельности* $P = \frac{П}{Z} \cdot 100, \%$
- *рентабельность* $P = \frac{П}{Z}$, лей/лей
- *коэффициент рентабельности* $P = \frac{П}{Z}$

К обобщающим показателем эффективности производства и реализации продукции относится *окупаемость затрат* (P_o) и *затратоемкость продукции* ($З_е$) [2,с.176-177]:

$$P_o = \frac{N}{Z}, \text{ лей/лей} \quad (3)$$

$$З_е = \frac{Z}{N}, \text{ лей/лей} \quad (4)$$

Окупаемость затрат показывает, сколько получено лей от реализации продукции в расчете на 1 лей затрат, затратоемкость продукции – наоборот, какой объем затрат несет предприятие в расчете на 1 лей произведенной и реализованной продукции.

Рентабельность реализованной продукции, рентабельность продаж, окупаемость затрат и затратоемкость продукции являются показателями экономической эффективности производства и реализации продукции. Они имеют единую экономическую сущность и являются равноправными при оценке уровня (состояния) доходности продукции. Зная один из показателей, можно определить остальные три. Взаимосвязь указанных показателей рентабельности реализованной продукции представлена в таблице.

НТБ ОНАХТ

Таблица 1 – Взаимосвязь показателей эффективности реализованной продукции

	Рентабельность реализованной продукции (Р)	Рентабельность продаж ($Р_п$)	Окупаемость затрат ($Р_о$)	Затратоемкость продукции ($З_е$)
Рентабельность реализованной продукции (Р)		$Р = \frac{Р_п}{1-Р_п}$	$Р = Р_о - 1$	$Р = \frac{1}{З_е} - 1$
Рентабельность продаж ($Р_п$)	$Р_п = \frac{Р}{1+Р}$		$Рп = 1 - \frac{1}{Р_о}$	$Рп = 1 - З_е$
Окупаемость затрат ($Р_о$)	$Р_о = 1 + Р$	$Р_о = \frac{1}{1-Р_п}$		$Р_о = \frac{1}{З_е}$
Затратоемкость продукции ($З_е$)	$З_е = \frac{1}{1+Р}$	$З_е = 1 - Р_п$	$З_е = \frac{1}{Р_о}$	

Источник: [5, с.194]

Взаимозависимость между рентабельностью реализованной продукции (*Р*), рентабельностью продаж ($Р_П$), окупаемостью продаж ($Р_о$) и затратоемкомстью продукции ($З_е$) может быть представлена графически (рис.1-4).

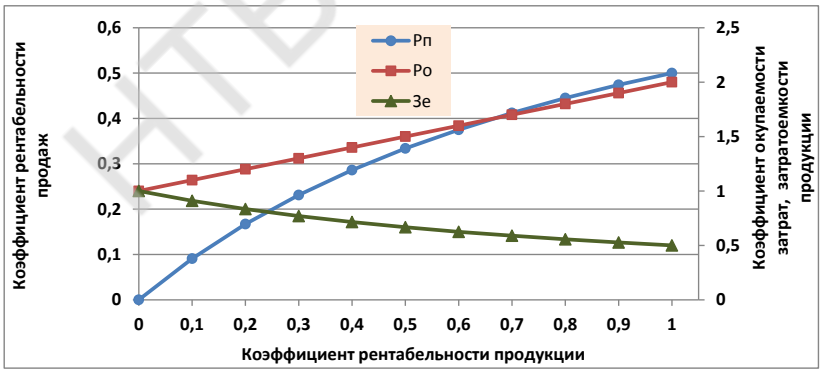


Рис. 1. Зависимость рентабельности продаж, окупаемости затрат и затратоемкости продукции от рентабельности реализованной продукции

НТБ ОНАХТ

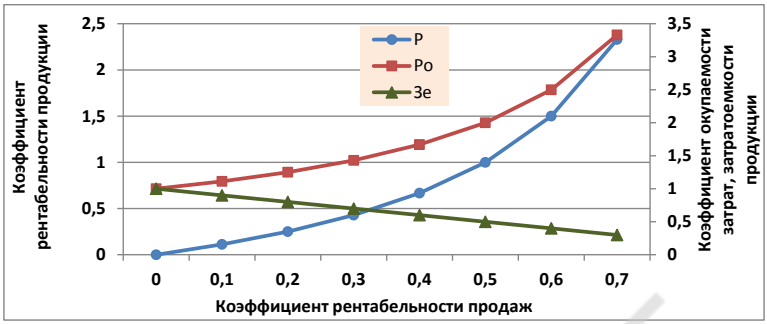


Рис. 2. Зависимость рентабельности продукции, окупаемости затрат затратоемкости продукции затрат от рентабельности продаж

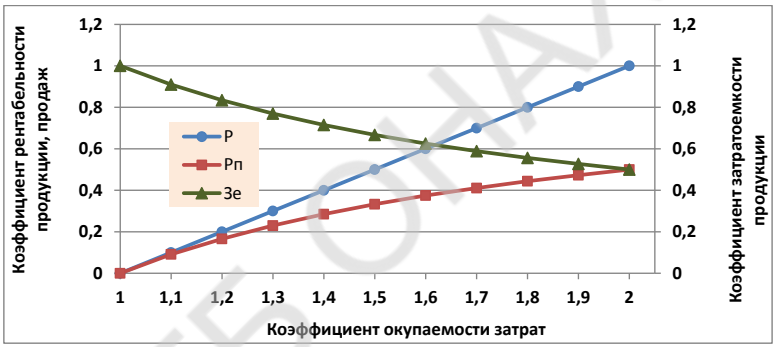


Рис. 3. Зависимость рентабельности продукции, рентабельности продаж и затратоемкости продукции от окупаемости затрат

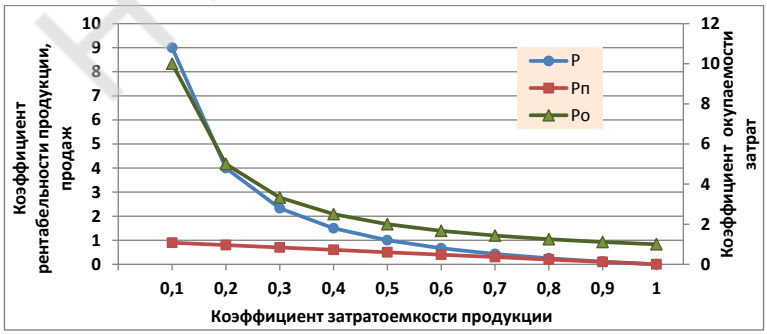


Рис. 4. Зависимость рентабельности продукции, рентабельности продаж и окупаемости затрат от затратоемкости продукции

Важно заметить, что в расчетах рентабельности реализованной продукции и рентабельности продаж не корректно использовать прибыль до налогообложения и чистую прибыль предприятия. Дело в том, указанные виды прибыли формируются с учетом показателей инвестиционной и финансовой деятельности предприятия, которые выходят за рамки операционной деятельности предприятия и потому непосредственного отношения к ней не имеют. Чтобы не допускать использование указанных видов прибыли в расчетах эффективности произведенной и реализованной продукции, а также эффективности всей операционной деятельности целесообразно вместо показателей прибыли в числителе использовать разницу между объемом доходов (выручки) и издержками.

Процесс производства продукции в сельском хозяйстве в отличие от отраслей промышленности, строительства и транспорта имеет свои особенности, связанные, прежде всего с тем, что здесь помимо технологии возделывания сельскохозяйственных культур на величину производимой продукции оказывают влияние как биологические процессы, так и складывающиеся погодно-климатические условия особенно в вегетационный период произрастания растений. В связи с этим при планировании производства в отрасли не представляется возможным достаточно точно рассчитать уровень урожайности, а, следовательно, и объемы валовых сборов возделываемых культур [2, с. 175-177].

Как бы тщательно, методически верно специалисты сельскохозяйственных предприятий не планировали в соответствии с принятой технологией производства затраты материально-денежных средств, рассчитать реально ожидаемый уровень урожайности, а следовательно и объемы валовых сборов продукции возделываемых культур не представляется возможным. А как же тогда без обоснованного уровня урожайности оценить экономическую эффективность продукции? [4, с. 89].

Проведенные исследования учеными Комратского государственного унивеситета позволяют утверждать, что такие показатели эффективности производства и реализации продукции в отрасли, как выход прибыли в расчете на один гектар посева и один центнер продукции можно достаточно точно рассчитать без показателей урожайности и валового сбора возделываемых культур [2, с. 174]. Известно, что на постоянные затраты в расчете на единицу площади (FC) и удельные переменные затраты (AVC) не влияет величина полученной урожай-

ности. Именно, данная особенность постоянных и удельных переменных затрат, позволят нам проводить необходимые расчеты эффективности. Важно, чтобы при планировании достаточно объективно оценить ожидаемую величину цены реализации (p), которая также не зависит от величины урожая данного предприятия, так как сельскохозяйственные предприятия действуют в условиях свободной конкуренции [6, с. 180].

Известно, что для определения уровня урожайности (q), обеспечивающего заданную рентабельность реализованной продукции, необходимо использовать следующую формулу [4, с. 90]:

$$q = \frac{(1+R)\cdot FC}{p-(1+R)\cdot AVC}, \text{ ц/га} \quad (5)$$

где R – коэффициент рентабельности реализованной продукции.

Если же следует выявить урожайность, при которой предприятие может получить заданный объем прибыли (П), следует использовать выражение:

$$q = \frac{\text{П} + \text{FC}}{\text{p}-\text{AVC}}, \text{ ц/га} \quad (6)$$

Чтобы определить коэффициент рентабельности реализованной продукции, при котором соблюдается указанное равенство, приравняем уравнения 8 и 9:

$$\frac{(1+R)FC}{p-(1+R)AVC} = \frac{\text{П}+FC}{p-AVC} \quad (7)$$

Если обозначим отношение планируемой прибыли к величине постоянных затрат как $\text{f} = \frac{\text{П}}{\text{FC}}$ и назовем его коэффициентом окупаемости постоянных затрат, то П = f FC. Тогда выражение 10 принимает вид:

$$\frac{(1+R)FC}{p-(1+R)AVC} = \frac{fFC+FC}{p-AVC}$$

Решая данное уравнение находим:

$$\text{R} = \frac{\text{f}(\text{p}-\text{AVC})}{\text{p}+\text{f AVC}} = \frac{\text{p}-\text{AVC}}{\frac{\text{p}}{f}+\text{AVC}} \quad (8)$$

Если примем соотношение цены реализации продукции (р) к удельным переменным затратам (AVC) (назовем его коэффициентом опережения цены) какК = $\frac{\text{р}}{\text{AVC}}$, то

$$\text{R} = \frac{\text{К}-1}{\frac{\text{К}}{f}+1} \quad (9)$$

Заметим, что расчеты величины рентабельности реализованной продукции в соответствии с формулой 9 осуществляются без применения обычных абсолютных показателей прибыли, себестоимости или доходов от реализации. Как видим, решение задач определения эффективности продукции, в частности таких показателей как рентабельность, может вестись на основе использование относительных показателей реализованной продукции. В данном случае такими показателями являются коэффициент окупаемости постоянных затрат и коэффициент опережения цены.

Заключение

Вышеизложенное не претендует на абсолютную истину. Выполненное исследование проблем унификации методик расчетов показателей эффективности реализованной продукции в сельском хозяйстве является только первым приближением в данном направлении. Дальнейшее изучение особенностей расчетов рентабельности с целью выработки единых методик следует признать вполне востребованным. В этом автор видит свою задачу в будущем.

Литература

1. Вронских М.Д. Изменение климата и риски сельскохозяйственного производства Молдовы. – К.: «GrafemaLibris» SRL, 2011. – 560 р.

2. Пармакли Д.М., Тодорич Л.П. Современный методический подход расчета рентабельности реализованной продукции. Вторая национальная научно-практическая конференция Комратского государственного университета, ноябрь 2016, с. 174-179.

3. Дудогло Т.Д. Управление земельным потенциалом региона (монография), Комрат: Б. и., 2017 (Tipogr. "Centrografic"). – 167 р.

4. Пармакли Д. М., Дудогло Т. Д. Особенности планирования эффективности реализованной продукции в сельском хозяйстве:

методологические аспекты // Экономика и управление: проблемы, решения. Том 1 (62), 2017, с.88-94.

5. Пармакли Д.М.. Стратан А.Н. Трактат о земле: значение, состояние, эффективность использования в сельском хозяйстве: (монография), Chișinău: INCE, 2016. – 351 p.

6. Пармакли Д.М., Дудогло Т.Д. Порог рентабельности как исходный показатель расчета эффективности реализованной продукции. Вторая национальная научно-практическая конференция Комратского государственного университета, ноябрь 2016, с. 180-183.

НТБ ОНАХТ

3. AUTOMATION

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ

DEVELOPMENT OF REMOTE CONTROL TO TRANSMIT AND DATA PROCESSING WEATHER INFORMATION IN REAL TIME

Author – Romanchenko N.
Supervisor – Palahin V.
Cherkasy State Technological University

Implementation of modern technologies for automation of remote control using the information and communication systems allows us to create new technical solutions. These systems are characterized by autonomous operation and automation of data transmission over communication channels.

The proposed project provides a development of autonomous digital remote meteorological control system and real-time data processing.

The professional meteorological station with autonomous power from a solar battery is developed. This system is designed to collect and transmit the following data: air temperature, soil temperature, relative humidity, relative humidity of the soil, atmospheric pressure, wind speed, wind direction, rainfall intensity, amount of precipitation, concentration of harmful substances in the air and other.

Data transmission is carried out using a GSM channel or Wi-Fi. Received data saved in the user's database. Further, these data are statistically processed and visualized in a user-friendly form on a web resource.

This system has its wide application, which requires remote autonomous monitoring of the environment. In addition, this system can successfully solve the problems of autonomous 24/7 environmental monitoring and emergency alert.

The proposed remote control system received positive feedback and recommendations, including from the regional center of hydrometeorology.

ЧЕРНОВИК

СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ І ОБРОБКИ ДАНИХ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Автор – Романченко Н.О.
Керівник – Палагін В.В.
Черкаський державний технологічний університет

Вступ

Розробка сучасних цифрових автоматизованих систем моніторингу і контролю параметрів самої різноманітної природи з можливістю безпровідної передачі даних і подальшою їх обробкою і візуалізацією знаходить великий інтерес у потенційних замовників, оскільки надає широкі можливості автономної роботи системи, повної автоматизації збору та обробки даних і не залежить від впливу людського фактору на якість отриманих результатів.

Розробка цифрової системи віддаленого метеорологічного спостереження для передачі і обробки даних в реальному часі відноситься до сучасних систем автономного віддаленого контролю *(remote control)* і надає широкі можливості щодо створення системи попередження і прогнозування метеорологічних досліджень [1, 2], що в цілому призводить до оптимізації витрат і підвищення якості збору та обробки даних. Впровадження даної системи створює комфортні умови не тільки для співробітників відповідних служб, але і є підґрунтям розробки повномасштабної системи автоматизації збору і обробки даних, яка базується на впровадженні сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій, зокрема відомих як *Internet of Things (IoT)* (Інтернет речей) [3].

В даному проекті на основі проведених досліджень, розробки моделей взаємодії базової станції контролю і віддаленого серверу прийому даних, розроблена діюча вітчизняна система, яка не поступається кращим закордонним аналогам даного типу.

В даній роботі запропоновані рішення, які дозволили спроектувати автономну професійну метеостанцію збору параметрів і безпровідної передачі даних по GSM каналу з візуалізацією в реальному часі на довільному веб-ресурсі, зокрема *http://meteo.stage-env.info*. В якості параметрів, які вимірюються і передаються, є: температура навколи-

шнього середовища, температура ґрунту, відносна вологість повітря, відносна вологість ґрунту, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, кількість опадів.

1. Актуальність та аналіз напрямку досліджень по розробці і впровадженню автономних систем метеорологічного спостереження

Основною метою метеорологічних спостережень і самої метеорології є виявлення і картування різних атмосферних явищ, а потім складання прогнозу майбутньої погоди за даними попередніх кліматичних подій. При метеорологічних спостереженнях обов'язково проводять вимірювання ряду важливих параметрів, до яких обов'язково відносяться температура навколишнього середовища, температура ґрунту, відносна вологість повітря, відносна вологість ґрунту, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, кількість опадів.. На основі отримання такої інформації можна зробити висновок про характер погоди і про динаміку її зміни [4-6].

На жаль, сьогодення характеризується ще не повною автоматизацією збору і обробки даних і багато метеорологічних центрів здійснюють збір даних з використанням застарілого обладнання. Окрім того, викликає багато запитань щодо віддаленого моніторингу різних середовищ, куди людина фізично не може потрапити. Тому розробка новітніх принципів побудови таких систем, які спираються на повну цілодобову автономію функціонування, автоматизацію збору і обробки даних і можливістю їх передачі в будь яку точку світу для подальшої статистичної обробки і візуалізації є актуальним, перспективним і затребуваним на ринку.

В даний час для відстеження зміни погоди метеорологи широко використовують ряд спеціальних приладів, а також математичні та програмні моделі. Розглянемо сучасний стан засобів вимірювальної техніки, задіяних в метеорології.

Номенклатура сучасних метеостанцій широко представлена двома різними типами пристроїв: цифровими портативними і стаціонарними професійними. В основі цифрових портативних метеостанцій лежить різний набір датчиків, за допомогою яких в основному виконують вимірювання температури навколишнього середовища, вологості і тиску повітря. Деякі моделі таких портативних приладів мають також можливість підключення до персональних комп'ютерів для побудови графіків зміни метеорологічних показників та складання

короткострокового прогнозу. Однак такі метеостанції, як правило, мають обмежений набір вимірюваних параметрів, не дають можливість передавати дані на відстань та не мають сертифікатів про повірку і свідоцтв про затвердження типу засобів вимірювання, відповідно до технічної документації.

Наприклад, метеостанція AW002 [7] характеризується обмеженим набором вимірюваних параметрів, а також обмеженою відстанню безпровідного зв'язку (до 100м), що суттєво звужує її застосування у віддалених районах.

Професійні стаціонарні метеостанції крім вимірювання основних метеорологічних параметрів навколишнього середовища (температура і вологість повітря, атмосферного тиску) мають можливість виміру інших фізичних величин (таких, як швидкість вітру, його напрямок, рівень опадів) і довгостроково зберігати і вести історію спостережень. Цей напрямок широко представлений цілою лінійкою різноманітних розробок, які виготовлені закордонним виробником і мають велику вартість. Наприклад, професійні метеостанції фірми DAVIS Instruments (найбільший представник на ринку професійних метеостанцій) в різноманітних конфігураціях коштують від 500$ до 3000$ [8, 9]. Окрім того запропоновані системи передбачають передачу інформації на обмежену відстань від самої станції до дисплею (від 180м до 300м), що також звужує спектр їх застосування. Для збільшення відстані передачі даних розробник пропонує застосовувати додаткові ретранслятори, що ускладнює функціонування системи в цілому. Щоб підключити метеостанцію до якогось пристрою необхідно докуповувати ще обладнання, що збільшує її вартість. Окрім того, розробник не пропонує користувачу гнучкого графіку оновлення інформації, що також може бути критичним при вирішенні специфічних задач контролю і моніторингу, наприклад промислового і т.п.

Необхідно також звернути увагу, що вся зібрана інформація з датчиків пересилається на сервер розробника за кордон. А користувач може отримати цю інформацію, попередньо зареєструвавшись і отримавши пароль на сайті виробника цієї станції, що підкреслює повну залежність від закордонного партнера і неможливість використовувати такий підхід для контролю і моніторингу стратегічно важливої інформації.

Таким чином, проведений аналіз напрямку досліджень по розробці і впровадженню автономних систем метеорологічного спостере-

ження спонукав до самостійного пошуку рішень і впровадження вітчизняної розробки на рівні дослідного зразка.

2. Розробка системи віддаленого метеорологічного спостереження

2.1. Загальні принципи побудови та параметри функціонування системи

В даному проекті пропонується розробка професійної цифрової метеостанції з автономним живленням від сонячної батареї, призначеної для збору та передачі таких параметрів, як: температура навколишнього середовища, температура ґрунту, відносна вологість повітря та ґрунту, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, кількість опадів.

Проект передбачає гнучкі рішення в обладнанні станції додатковими датчиками (наприклад, датчик сонячної радіації, ультрафіолетового опромінення, диму, вогню, різноманітні газові датчики), що дозволяє розширити її можливості. Також передбачено створення метеосерверу для збору, зберігання та демонстрації усіх даних у вигляді графіків на сервері.

Для зчитування даних з датчиків були використані протоколи I2C, OneWire та аналогові виводи з мікроконтролера ATMega2560 [10]. Потужний процесор, автономне живлення та швидка обробка усіх даних, а також можливість впровадження віддаленого доступу (калібрування, перезапуск, керування пристроями), додавання безлічі нових датчиків та автоматичний контроль за станом робить метеостанцію надійною та універсальною.

Станція складається із блоку внутрішніх та зовнішніх датчиків, з яких зчитуються дані за будь-який часовий інтервал, який можна налаштувати під потреби користувача.

Передача даних відбувається по каналу GPRS безпосередньо на сервер замовника. Такий підхід дозволяє вирішити проблему передачі даних за кордон у випадку застосування імпортних розробок, де ця умова є обов’язковою.

Передача даних забезпечується за допомогою GSM каналу, що дозволяє здійснювати цілодобовий 24 годинний контроль та моніторинг. Данні надходять на базу даних на сервер, де відбувається їх статистична обробка і візуалізація. Є можливість організувати екстрене оповіщення про надзвичайний стан при спрацюванні відповідних датчиків системи.

Метеостанція має свій унікальний номер, тому при побудові мережі метеостанцій, інформація з одної станції не сплутається з іншою.

Живлення метеостанції може бути як від мережі, так і від акумулятора з сонячною панеллю, тому може працювати автономно 24/7. Також автономності додає автоматизований збір усіх параметрів без втручання людини.

Метеостанція була створена на основі американського прототипу фірми DAVIS марки Instruments Vantage Pro2 6152CEU, і має можливість вимірювати наступні параметри навколишнього середовища (див. табл.1).

2.2. Побудова структурної схеми системи передачі даних

Запропонована розробка цифрової метеостанції відноситься до категорії адаптивних, тобто передбачає можливість гнучкого налаштування як під потреби користувача, так і під певний клас специфічних задач, пов'язаних з екстреним оповіщенням, автоматичним включенням різноманітних периферійних пристроїв, наприклад таких, як системи поливу (поля), освітлення (теплиці) і т.п.

Таблиця 1 – Параметри метеорологічної станції

Функція	**Датчик**	**Роздільна здатність**	**Діапазон значень**	**Точність (±)**
1	2	3	4	5
Атмосферний тиск	Всередині консолі	0.1 гПа 0.1 мм рт.ст	300-1100 гПа 225-825мм рт.ст	0.06 гПа 0.075 мм рт.ст
Температура повітря	Всередині консолі	0.1 ^{O}C	-55 до 125^{O}C	0.5 ^{O}C
Температура грунту	Зовнішній датчик	0.1 ^{O}C	-55 до 125^{O}C	0.5 ^{O}C
Відносна вологість грунту	Зовнішній датчик	1%	0 – 100%	5%
Відносна вологість повітря	Всередині консолі	1%	0 – 100%	5%
Швидкість і напрямок вітру	Зовнішній блок датчиків	0,01 м/с	0-30 м/с	5%
Кількість та інтенсивність опадів	Зовнішній блок датчиків	0,1 мм	11 мм/хв	2%

НТБОНАХТ

1	2	3	4	5
Рівень сніжного покрову	Зовнішній блок датчиків	1 см	0-130 см	5%
Концентрація природного та угарного газу у повітрі	Всередині консолі (по замовленню)	1%	0 – 100%	5%
Інтервал опитування датчиків від 10 секунд	-	-	-	-
Передача даних по GPRS каналу 24/7	-	-	-	-

Для всіх параметрів, які вимірюються, передбачена можливість калібрування, що надає можливості звести майже до нуля можливі похибки показників.

На рис.1. приведена структурна схема автоматизованої системи прийому та передачі метеоданих.

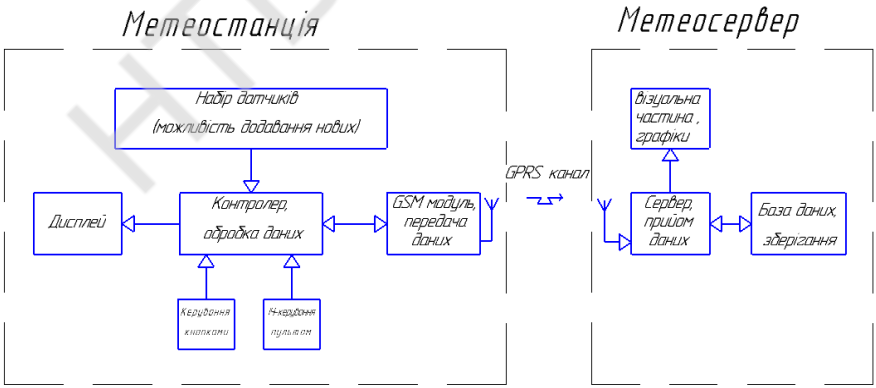


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи прийому та передачі метеоданих

НТБОНАХТ

Система складається з двох частин, а саме з зовнішнього блоку *МЕТЕОСТАНЦІЇ*, яка виконує функції збору і передачі даних по каналу зв'язку, та віддаленого *МЕТЕОСЕРВЕРУ*, на якому відбувається накопичення та статистична обробка даних з подальшою їх візуалізацією під потреби користувача.

Основою функціонування *МЕТЕОСТАНЦІЇ* є контролер, який призначений для прийому та попередньої обробки даних, які поступають з відповідного набору датчиків. Передбачена можливість гнучкого нарощування необхідних типів датчиків під задачі користувача, які будуть підключені до вільних портів контролера. Дисплей виконує функції відображення режимів роботи контролера і є зручним засобом проведення необхідних налагоджень та попередніх установок за допомогою встановлених кнопок або дистанційного пульта з інфрачервоним випромінюванням.

В якості засобу дистанційної безпровідної передачі даних виступає GSM модуль SIM800L (GSM-модем) [11], який добре себе зарекомендував при вирішенні подібних задач. Серцем модуля SIM800L є чіп Mediatek ARM MT6261. Даний чіп представляє собою однокристальну систему, яка призначена , в першу чергу, для мобільної електроніки і включає в себе ARM-ядро, Bluetooth, LCD, GSM+GPRS, Camera и FM-Radio. Фрагмент скетчу (програми), яка ініціалізує роботу SIM800L, представлена на рис. 2.

Сформований пакет даних про поточні параметри метеостанції передаються дистанційно у вільному просторі по GPRS каналу, що забезпечується покриттям мобільних операторів (в даному проекті обраний мобільний оператор «Київстар»). Оскільки таке покриття мають майже всі регіони нашої країни, то практично відсутні труднощі щодо організації передачі данними.

При програмування GSM-модему встановлюється необхідна адреса веб-ресурсу, на який надсилається всі інформація. В якості отримувача таких даних виступає *МЕТЕОСЕРВЕР*, який відіграє роль віддаленого серверу. На такому сервері відбувається статистична обробка даних (наприклад, вивід середніх значень температур за певний період, середніх значень напрямку вітру за зазначений інтервал часу, обрахунок дисперсій отриманих параметрів, фіксація максимальних та мінімальних значень параметрів і т.п.). Всі дані які обробляються і візуалізуються, зберігаються в базі даних, до якої є можливість звернутися в будь який час за відповідним запитом через меню сайту. Наведемо алгоритм роботи такої системи.

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM800(8, 9); // 8 – RX Arduino (TX SIM800L), 9 – TX Arduino (RX SIM800L)
void setup() {
 Serial.begin(9600); // швидкість обміну даними з ПК
 Serial.println("Start!");
 SIM800.begin(9600); // швидкість обміну даними з модемом
 SIM800.println("AT");
}
void loop() {
if (SIM800.available()) // очікування приходу даних (відповідь) від модему..
 Serial.write(SIM800.read()); // передача даних в Serial
 if (Serial.available()) // очікування команди по Serial...
 SIM800.write(Serial.read()); // відправлення отриманої команди модему
}
```

Рис. 2. Фрагмент програми для ініціалізації роботи GSM-модему на базі SIM800L модуля

2.3. Алгоритм роботи системи

Програмне забезпечення контролеру обробки даних побудоване на принципі циклічного опитування датчиків кожні *n* – хвилин. Метеостанція побудована на мікроконтролері Atmega2560 фірми Atmel, що дозволяє підключати, керувати, аналізувати, вимірювати та обробляти велику кількість параметрів за одиницю часу.

Вибір даного типу мікроконтролеру обумовлений необхідністю гнучкої та швидкісної обробки даних. Згідно datasheet, ядро типу AVR виконує функції об'єднання великого набору інструкцій, які надає плата, з 32 функціональними регістрами базового призначення. Всі вони при цьому підключаються одночасно до одного арифметично-логічному пристрою. Завдяки цьому плата отримує можливість вказувати 2 або більше регістрів в одній інструкції і таким чином реалізовувати її за 1 цикл незалежно від складності завдання. Подібного роду схема дає можливість в 10 разів перевершити будь-який мікроконтролер, розроблений за схемою CISC по параметру продуктивності.

До особливостей застосування мікроконтролера Atmega2560 можна віднести наступне:

- велика продуктивність (16 мільйонів операцій за 1 секунду);
- великий обсяг флеш-пам'яті – 256 кб.;
- велика зносостійкість памяті – до 10 000 циклів типу «запис / знищення»;
- можливість само програмування при наявності іншої програми в boot (завантажувальному) секторі;
- обмін данними по протоколам *I2C*, *1-Wire* та аналоговим портам мікроконтролера AVR Atmega2560.

Використання протоколу *1-Wire* надає широкі можливості щодо підключення великої кількості зовнішніх датчиків, які в процесі експлуатації можуть добавлятися, змінюватися і т.п.

Типова система *1-Wire* складається з керуючого контролера (ведучого) і одного або декількох пристроїв (ведених), приєднаних до загальної шини. Головна особливість шини *1-Wire* в тому, що вона використовує лише два дроти, один – сигнальний, інший – для заземлення пристроїв. За сигнальному проводі реалізується і електроживлення пристроїв (паразитне живлення). Джерелом живлення служить заряджуваний від сигнальної лінії конденсатор, що входить до складу відомих пристроїв ланцюга.

I2C шина є однією з модифікацій послідовних протоколів обміну даних. У стандартному режимі забезпечується передача послідовних 8-бітних даних зі швидкістю до 100 кбіт/с і до 400 кбіт/с в "швидкому" режимі. Для здійснення процесу обміну інформацією по *I2C* шині використовується всього два сигнали – лінія даних SDA і лінія синхронізації SCL.

Кожен кінцевий пристрій (датчик) розпізнається за унікальною адресою і може працювати як передавач або приймач, в залежності від призначення.

Одночасно з прийомом і обробкою даних від кінцевих пристроїв відбувається вимірювання швидкості, напрямку вітру та кількості опадів, які вимірюються безперервно, завдяки чому забезпечується велика точність отримуваних даних. Вся інформація про відправку даних, вимірювання та кероване обладнання виводиться на дисплеї.

Система виводу інформації на дисплей побудована на перериваннях, що забезпечує не тільки безперервну передачу даних на сервер, але і безперервний процес керування пристроєм [12].

Блок-схема алгоритму роботи системи приведена на рис. 3.

НТБОНУХТ

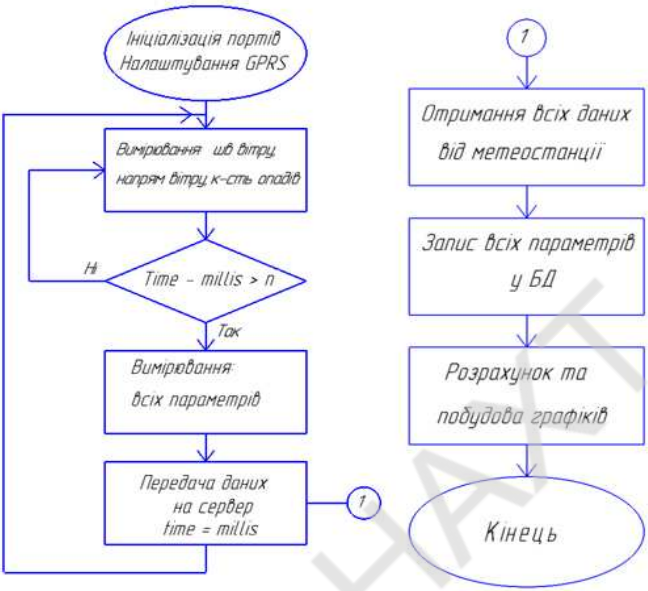


Рис. 3. Блок-схема алгоритму роботи системи метеорологічного спостереження для передачі і обробки даних в реальному часі

Інформація про використання датчиків сигналів, опис та характеристики для вимірювання основних показників метеорологічного спостереження наведені в [13-15]. Ряд систем вимірювань (**Анемометр чашечний, Пристрій виміру опадів, Пристрій визначення напряму вітру**) були розроблені самостійно в лабораторних умовах кафедри.

Можливе додаткове обладнання для виміру різноманітних параметрів (сонячної радіації, рівень сніжного покрову, різноманітні газові датчики та аналізатори), яке швидко налаштується і узгоджується з роботою контролера.

2.4. Реалізація безпровідного каналу зв'язку та використання середовища Інтернет

Використання безпровідного каналу зв'язку зумовлено багатьма факторами, а саме: мобільністю, автономністю, зручністю, і, що є досить важливим, економічністю.

Найзручнішим рішенням даної задачі є використання GSM-модуля, який імітує себе в мережі стільникового зв'язку як звичайний мобільний телефон. Стандартний інтерфейс управління надає доступ

до сервісів мереж GSM / GPRS 850/900/1800/1900 МГц. Даний модуль поєднав у собі велику кількість функцій: прийом та відправка СМС, можливість телефонувати та приймати дзвінки, мати доступ до мережі Інтернет через GPRS, протоколи TCP/IP, UDP, HTML, відкривати та завантажувати дані на FTP сервер, відправляти e-mail та сприймати DTMF сигнали. Також великою перевагою даного модуля є можливість знаходити свої координати по базовим станціям.

Також однією з головних переваг модуля є можливість передавати дані з любого куточку країни, де є стільникове покриття.

За допомоги GET або POST запитів формується команда на сервер та відбувається передача даних через GPRS з'єднання для обробки та виведення інформації у вигляді графіків на сайт користувача.

Мережа Інтернет, а саме серверні частини сайтів, має теоретично безмежні можливості зі створення та побудови різнопланових та різнорівневих типів графіків. Графічне представлення даних набагато краще та зрозуміліше сприймається людиною. Окрім того, на серверній частини легко організовується статистична обробка даних із залученням відомих на нових методів обробки.

Серверна частина, як і метеостанція даного метеорологічного проекту, може підлаштовуватися та адаптуватися під задачі користувача. В даному проекті передані дані та кінцева обробка відбувається сервері, котрий розміщений за адресою http://meteo.stage-env.info і може переглядатися іншими користувачами в режимі online. Такі рішення досить легко адаптувати під задачі, які потребують обмеженого доступу і авторизації користувача.

Серверна частина може бути розміщена на будь-якому з готових серверів користувача, що зменшує фінансові витрати на підтримку декількох серверів.

Після того, як віддалена *МЕТЕОСТАНЦІЯ* відправила, а *МЕТЕОСЕРВЕР* прийняв дані, відбувається збереження показників у базу даних (БД). Після збереження відбувається звернення до БД та побудова графіків в залежності параметр/час або в полярній системі координат (напрям вітру).

Принцип функціонування даної системи досить простий, що обумовлює надійність системи. Всі параметри, які вимірює метеостанція, передаються на дисплей. Також за допомоги тактових кнопок на самій *МЕТЕОСТАНЦІЇ*, чи пультом-керування через інфрачервоне (ІЧ) випромінювання, можна керувати відправкою даних, включенням навантаження та станом датчиків. Всі параметри передаються каналом GSM/GPRS на сервер через GSM- модуль.

Окрім того, система легко адаптується під використання модулів Wi-Fi, що надасть можливість оперативного керування і прийому даних на тих територіях, де є відповідне покриття.

При необхідності, є можливість модифікувати дану конфігурацію системи під потреби користувача. Зокрема, є можливість адаптувати систему під аграрну промисловість, яка має свої особливості стосовно ведення господарства в залежності від погодних умов. Можливе застосування даної системи для промислового та екологічного моніторингу для автономного цілодобового спостереження за станом навколишнього середовища, включаючи контроль викидів газів, екстрені виклики і т.п.

3. Практична реалізація проекту

На основі запропонованих розробок розроблений діючий зразок системи віддаленого метеорологічного спостереження для передачі і обробки даних в реальному часі, яка успішно функціонує на базовій кафедрі університету, де виконувався даний проект.

На рис. 4 представлені фотографії метеостанції, яка містить зовнішній блок з набором датчиків для вимірювання температури навколишнього середовища, температури ґрунту, відносну вологість повітря, відносну вологість ґрунту, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, кількість опадів. Окрім того система містить автономний блок живлення від сонячної панелі.



Рис. 4. Фотографії діючого зразка система віддаленого метеорологічного спостереження для передачі і обробки даних в реальному часі

При користуванні веб-ресурсом *(http://meteo.stage-env.info)* метеоінформації автоматично видаються дані за поточну добу. Разом з тим, користувач має можливість налаштовуватися на прогляд необхідної інформації за той чи інший період часу. Для цього передбачено меню, де є можливість вибрати необхідну дату (рис. 5).

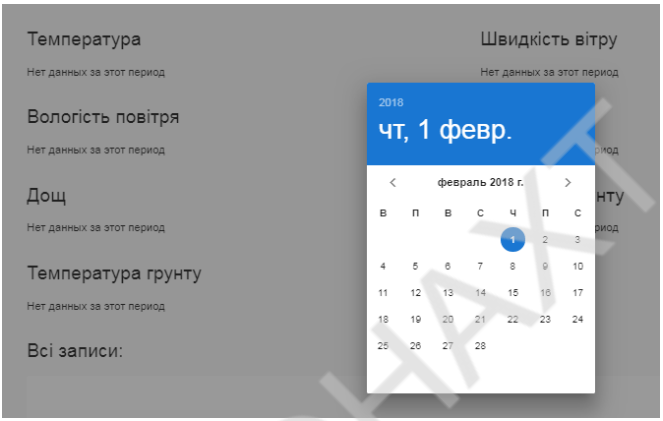


Рис. 5. Меню вибору дати для візуалізації метеоданих

На рис.6 представлений фрагмент візуалізації даних в графічному режимі, де показані залежності деяких параметрів (температура, швидкість вітру, вологість повітря, атмосферний тиск) від часу доби.



Рис. 6. Фрагмент відображення метеоданих у графічному вигляді на сайті

Запропонована система отримала схвальні відгуки ряду підприємств та організацій, зокрема обласного центру з гідрометеорології (лист підтримки додається).

Висновки

В запропонованому проекті пропонується розробка системи автономної цифрової системи віддаленого метеорологічного спостереження для передачі і обробки даних в реальному часі, яка дозволяє передавати основні метеопараметри по безпровідному каналу зв'язку на веб-ресурс для подальшої статистичної обробки і візуалізації даних. Передача даних здійснюється по GSM каналу, що обумовлює її застосування майже на будь якій місцевості, де є покриття мобільними операторами.

В проекті запропоновані гнучкі методи передачі і прийому даних та конструктивні рішення, що обумовлює легку і швидку адаптацію системи не тільки для метеоспостережень, але і для дистанційного, автономного, цілодобового 24/7 моніторингу навколишнього середовища, включаючи екологічний та промисловий контроль, екстрене оповіщення.

За результати проведених досліджень і розробок *отриманий дослідний зразок системи,* яка передає дані в реальному часі на веб-ресурс *користувача (http://meteo.stage-env.info).* Запропонована система отримала схвальні відгуки ряду підприємств та організацій, зокрема обласного центру з гідрометеорології.

Список використаної літератури

1. Метеорологічний сайт України http://meteo.gov.ua
2. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. Учебное пособие. – М. : Издательство МГУ, 2006 – 580 с.
3. Інтернет речей https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет_речей
4. Хабутдинов Ю. Г., Шанталинский К.М. "Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства" – Казань: КГУ, 2008. – 52 с. http://ipk.meteorf.ru/images/stories/literatura/meteo/krat_prog.pdf
5. Угрюмов А.И. "Долгосрочные метеорологические прогнозы". Учебное пособие. – СПб изд РГГМУ, 2006. – 84 с. http://ipk.meteorf.ru/images/stories/literatura/meteo/ugrumov.pdf
6. Guide to the Implementation of Education and Training Standards in Meteorology and Hydrology, volume I – WMO ; 2015 (2015 edition) https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1083_en.pdf

7. Метеостанція AW002. https://www.umax.pro/?product= метеостанция-aw002

8. Метеостанции Vantage Vue – професійні погодні станції компанії Davis Instruments http://www.macrolab.com.ua/catalog/meteostancii/vantage_vue

9. Метеокомплекси. http://www.davis.kiev.ua

10. ATMEGA2560 Datasheet (PDF) – ATMEL Corporation http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/107092/ATMEL/ATMEGA2560.html

11. SIM800 Series_GSM Location_Application Note_V1.01 http://simcom.ee/documents/SIM800x/SIM800%20Series_GSM%20Location_Application%20Note_V1.01.pdf

12. Багатозадачність процесорних систем, зовнішні переривання та переривання по таймеру. http://robotosha.ru/arduino/multitasking-and-interrupts-arduino.html

13. BMP180 Data sheet – датчик атмосферного тиску https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Bosch/BMP180.pdf

14. DHT11 vs DHT22 – датчик відносної вологості повітря https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/dht.pdf

15. DS18B20 Datasheet – датчик цифровий термометр http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/58557/DALLAS/DS18B20.html

НТБ ОНАХТ

ESTIMATION OF CRITICAL SPEED AND STABILITY OF MOTION IN THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF RAIL TRANSPORT

Author – Kharchenko A.
Supervisor – Zakovorotnyi O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Topical problems of optimal high-speed trains control are stability estimation and speed regulation in onboard automated control systems. Obtaining optimal control laws is impossible because of a large number of stimulating factors, some of which are unevennesses in the profiles of wheels and rails. The created subsystems of information processing use simplified models of optimal speeds calculation, therefore the main task in this work is the development of components of an onboard automated diesel train control system for assessing the stability and critical speeds of motion on uneven sections of the railway track.

In the work the structure of the automated train control system is developed. The analysis of modern control systems in Ukraine and in the world is carried out. Using Carter's theory, nonlinear systems research methods and MATLAB, functional modules of oscillation detection were created at different modes of train control. Using fuzzy logic and category theory, a model of a fuzzy critical speed controller was created.

ОЦІНКА КРИТИЧНОЇ ШВИДКОСТІ ТА СТІЙКОСТІ РУХУ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Автор – Харченко А.О.
Керівник – Заковоротний О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Вступ

Українські дизель-поїзди серії ДЕЛ-02 обладнані бортовою комп'ютерною інформаційно-вимірювальною системою, яка надає можливості впровадження на її основі перших вітчизняних автоматизованих систем керування (АСК) та систем підтримки прийняття рішень машиністом (СППРМ). Впровадження даних систем дозволяє виконувати оцінку стійкості руху з метою підвищення та контролю швидкості на нерівних ділянках шляху.

На сьогоднішній день, в більшості систем управління високошвидкісним залізничним складом не реалізована можливість контролю за стійкістю та критичною швидкістю, особливо під час руху на нерівних ділянках шляху. Контактні моделі, у більшості випадків, використовуються для покращення технічних параметрів. Тому перед нами постає задача розробки структури автоматизованої системи керування, підсистем виявлення бокових коливань та контролю швидкості. Для створення подібних систем, доцільним є розробка узагальнених математичних моделей, що описують об'єкт керування як систему з ширшим спектром динамічних процесів та дозволяють синтезувати закони керування, які враховують основні види коливань вагонів, стійкість, сили, що виникають при їх взаємодії та фізичні характеристики зони контакту.

Тому, розробка бортової системи підтримки прийняття рішень для виявлення коливань вагонів рухомого складу створює теоретичну передумову синтезу автоматичних систем керування високошвидкісним рухомим складом і дозволяє оцінити стійкість руху на нерівних ділянках шляху, є актуальною науково-прикладною задачею, яка потребує подальшого дослідження.

Застосування та впровадження даних систем дозволить підвищити безпеку перевезення пасажирів високошвидкісними поїздами, підтримувати стійкість руху при русі на нерівних ділянках шляху, визначати критичну швидкість на окремих ділянках, виконувати її контроль та раціонально використовувати наявні паливно-енергетичні ресурси Укрзалізниці.

1. Сучасні автоматизовані системи керування тяговим рухомим складом

1.1. Аналіз сучасних систем керування тяговим рухомим складом в Україні та світі

У сучасних автоматизованих системах управління (АСУ) складними технічними об'єктами, управління процесами може відбуватися автоматично, без участі особи, яка приймає рішення. В таких системах є висока ймовірність виникнення певних проблемних ситуацій. При цьому проблемною ситуацією є ситуація, яка виникає в процесі управління, при впливі випадкових збуджуючих Як правило, вихід з такої ситуації неможливий без особи без участі особи, що приймає рішення. При цьому радником особи, яка приймає рішення є система підтримки прийняття рішень [1].

При удосконаленні уже існуючих або синтезі нових систем керування необхідно враховувати складність об'єкта керування яким є тяговий рухомий склад залізничного транспорту, різноманітність умов його експлуатації та існуючі обмеженні,які накладаються на роботу тягового обладнання.

В основу структури автоматизованої системи управління (АСУ) залізничним рухомим складом входять апаратно-програмні комплекси (АПК). Даний комплекс складається із центрального блоку управління, який необхідний для збору, обробки та аналізу інформації від дискретних, аналогових та частотних датчиків та видачі керуючих сигналів. Застосування АПК дозволяє виконувати аналіз стійкості, критичної швидкості, технічних показників рухомого складу під час руху на нерівностях [2]. Однак у сучасних АПК додаткові можливості, пов'язані з підвищення безпеки руху за рахунок визначення та реалізації оптимальних законів керування рухомим складом в даному апаратно-програмному комплексі не реалізовані.

У роботах [3,4] розглядаються приклади застосування на залізничних дорогах в Германії та США бортових комп'ютерних систем, які дозволяють виконувати контроль швидкості. В системі моделюються багаточисленні варіанти руху поїзда на окремих ділянках руху, для яких приймаються різноманітні режими ведення поїзда та прогнозуються значення швидкості. Однак розглянуті підходи багатократних виконуваних розрахунків та їх математичної оцінки не є найкращими при побудові систем оптимального керування. Це пов'язано в першу чергу з невисокою точністю результатів, які отримуються за допомогою методів випадкового пошуку та багатоваріантних розрахунків.

Також в роботі [5] розглядається модель визначення експлуатаційних характеристик виходячи з технічних параметрів, які можемо використовувати в базі знань АСУ.

Таким чином, при розробці бортової комп'ютерної системи управління та підтримки прийняття рішень необхідно, з однієї сторони, визначення оптимальних законів управління рухом тягового складу, що враховують особливості профілю шляху, а з іншої сторони, реалізація можливості перерахунку параметрів руху рухомого складу в реальному часі.

1.2 Мета та задачі при розробці системи керування дизель-поїздом

Метою роботи є розробка компонентів для автоматизованої бортової системи управління дизель-поїздом ДЕЛ-02, яка на основі узагальненої математичної моделі руху тягового складу, моделей контакту в системі «колесо-рейка» Ф. Картера, нечіткої логіки та теорії стійкості, дозволяє визначати оптимальні закони управління та значення критичної швидкості. Об'єктом дослідження в даній роботі є процеси управління рухомим складом, предметом дослідження є система керування дизель-поїздом.

Для досягнення мети поставлені наступні задачі:

1. Аналіз існуючих автоматизованих бортових систем управління та СППРМ, що застосовуються на залізничному транспорті, моделей контакту між колесом та рейкою, а також методів теорії стійкості та теорії оптимального керування;
2. Розробка математичної моделі профілю шляху на основі «негерцівської» моделі контакту, яка дозволяє враховувати нерівності колеса та рейки;
3. Розробка функціонального модуля автоматизованої системи керування для виявлення бокових коливань колісної пари при русі на нерівних ділянках шляху, з визначенням нормальних та тангенціальних сил.
4. Дослідження розв'язків характеристичного рівняння та стійкості руху дизель-поїзда на нерівних ділянках шляху з визначенням критичної швидкості;
5. Розробка математичної моделі нечіткого регулювання швидкості на основі теорії стійкості Ляпунова та теорії категорій.

НТБОНУХТ

1.3. Структура автоматизованої системи керування для контролю швидкості руху на нерівностях

Виходячи із задач, що поставлені перед нами, ми можемо розробити структуру АСУ, яка включатиме інформаційно-вимірювальні системи, підсистему виявлення бокових коливань, підсистему профілю шляху та системи обробки та аналізу даних. Загальна структура наведена на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Структура автоматизованої системи управління

2. Дослідження стійкості та критичної швидкості у нелінійних системах

2.1. Використання теорії стійкості Ляпунова

Одним з методів дослідження нелінійних систем є застосування теорії стійкості Ляпунова [6,7]. В нашому випадку, використаємо нелінійну модель Ф. Картера, яка описує відхилення та виляння колісної пари [8]:

$$\begin{cases} m_{кп}\ddot{y} + 2k(\frac{1}{v}\dot{y} + \varphi_z) + 2J_y y = 0 \\ I^z_{кп}\ddot{\varphi}_z + 2kS(\frac{S}{v}\varphi_z - \frac{i}{r}y) + 2J_x S^2\varphi_z = 0 \end{cases}$$

де $m_{кп}$ – маса колісної пари, k – коефіцієнт ковзання, v – швидкість руху, J_x, J_y – жорсткості повздовжніх та поперечних зв'язків, i

– конусність колеса, r – радіус колеса, $I_{кп}^{z}$ – момент інерції колісної пари, $2S$ – ширина колії, y – ,боковий віднос, φ_z – виляння.

Розв'яжемо систему рівнянь вилянь та відносу з використанням функції Ляпунова:

$$y = D_1 e^{pt};$$
$$\varphi_z = D_2 e^{pt}.$$

Розкриваючи визначник, отримаємо характеристичне рівняння:

$$m_{кп} I_{кп}^{z} p^4 + 2\frac{k}{v}(S^2 m_{кп}^2 + I_{кп}^{z}) p^3 + 2(2\frac{k^2 S^2}{v^2} + m_{кп} J_x S^2 + I_{кп}^{z} J_y) p^2 +$$
$$+ 4\frac{kS^2}{v}(J_x + J_y) p + 4 J_x J_y S^2 + 4k^2 S\frac{i}{r} = 0$$

В результаті перетворень системи диференційних рівнянь Картера, ми отримали характеристичне рівняння руху – поліном 4-ої степені, дослідження якого виконаємо в наступному пункті даного розділу.

2.2. Дослідження розв'язків характеристичного рівняння руху

Виконаємо дослідження розв'язків характеристичне рівняння руху. Зведемо модель Картера до наступного вигляду:

$$\begin{cases} \dfrac{d^2 y}{dt^2} = a_{11}\dfrac{dy}{dt} + a_{12} y + a_{13} x \\ \dfrac{d^2 x}{dt^2} = a_{21}\dfrac{dx}{dt} + a_{22} x + a_{23} y \end{cases}$$

Тоді характеристичне рівняння руху матиме вигляд:

$$p^4 + (a_{11} + a_{21}) p^3 + (a_{11} a_{21} + a_{12} + a_{22}) p^2 + (a_{11} a_{22} + a_{21} a_{12}) p + c.$$

Технічні параметри дизель-поїзда, що використовувалися в якості коефіцієнтів наведені в п. 3.1. При розв'язанні полінома отримаємо 4 корені (2 реальні, 2 комплексні). Розв'язки з кроком в 5 м/с наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Залежність коренів характеристичного рівняння від швидкості

Швидкість, м/с	p1	p2	p3	p4	Re_{max}
5	-1646.11	-617.94	-0.066-1.86i	-0.066+1.86i	-0.066
10	-822.99	-308.88	-0.109-3.72i	-0.109+3.72i	-0.109
15	-548.57	-205.94	-0.106-5.58i	-0.106+5.58i	-0.106
20	-411.31	-154.67	-0.034-7.45i	-0.034+7.45i	-0.034
25	-328.89	-124.21	0.130-9.29i	0.130+9.29i	0.130
30	-273.86	-104.31	0.401-11.1i	0.401+11i	0.401
35	-234.46	-90.57	0.791-12.9i	0.791+12.9i	0.791

Виходячи з табл. 2.1 значення критичної швидкості, для вказаних нами параметрів знаходиться у проміжку від 20-25 м/с. Після уточнюючих розрахунків критична швидкість становить 23 м/с.

Перевіримо характер зміни максимальної дійсної частини розв'язків. Побудований графік наведений на рис. 2.2.

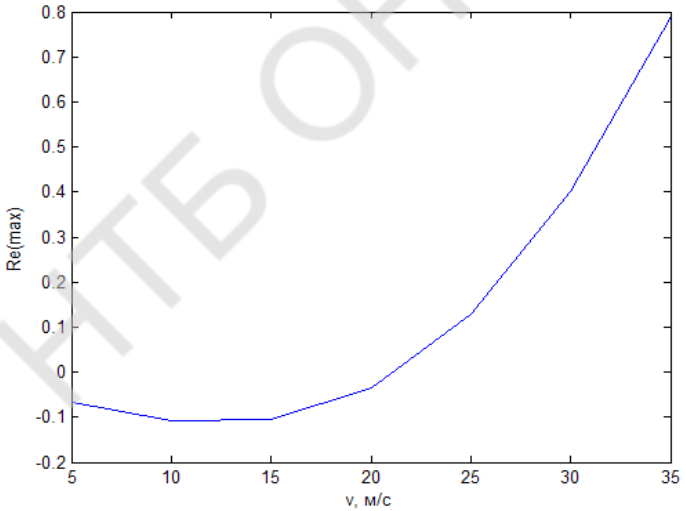


Рис. 2.2. Значення максимальної дійсної частини розв'язку

Як бачимо, характер зміни максимальної дійсної частини відповідає характеру, отриманому згідно теорії стійкості Ляпунова.

НТБ ОНАХТ

2.3. Визначення нечітких коефіцієнтів у характеристичних рівняннях за допомогою теорії категорій

В результаті виконання експериментальних досліджень ми отримали результати, що відповідають реальним параметрам руху рухомого складу на нерівних ділянках шляху, зокрема швидкості та бокового відхилення колісної пари. Основною проблемою при використанні даних в АСУ є час їх обробки та реєстрації. Дана задача може бути розв'язана за допомогою нечіткої логіки, що дозволить зменшити кількість обчислень в підсистемі обробки даних [9]. Зв'язки звичайних та нечітких множин, які використовуються в процесі моделювання опишемо за допомогою теорії категорій.

Розглянемо значення параметра бокового відхилення колісної пари (y). В залежності від частоти зміни, та певним характеристикам зміни від -0,006 до +0,006 (м) побудуємо категорію множин $Set(y)$.

Обєктами даної категорії є множини $F(y,t)$, а морфізми між множинами $F_1(y,t)$ в $F_2(y,t)$ – всі функції $f: F_1(y,t) \to F_2(y,t)$.

Побудуємо категорію нечітких множин *FuzzyS*, елементами якої є множини, що складаються з елементів $x \in y \in F(y,t)$ та відповідних функцій належності $\mu_A(x)$. Морфізми між множинами зобразимо як:

$$f: Mor(FuzzyS(A)) \to Mor(FuzzyS(B)),$$

при цьому виконуються всі функції між нечіткими множинами: обєднання, перетин, сума, добуток, інверсія.

Нехай нечітка множина FuzzyS(A) складається з універсальної множини $x \in y \in F(y,t)$ та $M = \{0,1\}$, де M – множина функцій належності. У даному випадку нечітка множина стає чіткою. Розробимо функтори для об'єктів даних категорій:

$$F_{OB}: Ob(Set(y)) \to Ob(FuzzyS),$$
$$F_{MOR}: Mor(Set(y)) \to Mor(FuzzyS),$$
$$F_{\{0,1\}}: Mor(F(y) \in Set(y)) \times M\{0,1\} \to Mor(FuzzyS),$$
$$F_{\{0,1\}}: Mor(F(t) \in Set(y)) \times M\{0,1\} \to Mor(FuzzyS),$$

Використання даних перетворень дозволяє зменшити кількість обчислень на множині звичайних множин. Розглянемо наступний приклад.

Нехай задана нечітка множина $Z = 0/x_1 + 0{,}3/x_2 + 1/x_3$, де $x_n = [-0{,}006; 0{,}006]$, при цьому $0/x_n$ – абсолютно стійкий рух, підтри-

мання та набір швидкості., якщо $1/x_n$ – рух не є стійким, зменшення швидкості.

$$F : Ob(FuzzyS), |x_n| \in \max \rightarrow Ob(Set(y))$$

Таким чином при боковому відхиленні що дорівнює 0 або 0,006 (м) ми отримуємо звичайні множини. Значення -0,005;0,005 входять в нечітку множину з однакою функцією належності – 0,84. Кількість значень для перевірки з 13 *Set*(*y*) зменшилась до 5 в категорії *FuzzyS*.

2.4. Модель нечіткого регулювання швидкості

Методи та моделі нечіткого регулювання на сьогоднішній день стрімко розвиваються. Не виключення і автоматизовані бортові системи управління високошвидкісними поїздами. У роботі [9] розглядаються основні особливості при розробці нечітких регуляторів.

Введемо поняття стійкості як лінгвістичну змінну, отримаємо кортеж:

$$K = < \beta, T, X, G, M >,$$

де β – назва лінгвістичної змінної, T - множина значень лінгвістичної змінної, X - універсальна множина значень, G – синтаксична процедура, яка оперує зі значення лінгвістичної змінної та здатна генерувати нові, M - семантична процедура перетворення в нечітку змінну.

В нашому випадку $X = [0;1]$, значення стійкості відповідати 5 рівнів (дуже низька, низька, середня, велика, дуже велика). База правил формується як декартовий добуток функцій швидкості та бокового відхилення колісної пари:

$$M = Rules(V) \times Rules(y).$$

Функцію належності для зміни швидкості для кожної системи з урахування критичної швидкості необхідно обирати індивідуальному. В нашому випадку отримаємо:

$$V = f(t, y) \cdot gauss2mf,$$

де $f(t, y)$ – функція профілю шляху (вхідний керуючий сигнал), *gauss2mf* – функція належності, яка визначається наступним чином:

$$\mu(x) = \begin{cases} \exp(p_V - c_1)^2 / (-2a_1)^2, p_V < c_1 \\ 1, c_1 \le p_V \le c_2 \\ \exp(p_V - c_2)^2 / (-2a_2)^2, p_V > c_2 \end{cases}$$

Для підвищення швидкості роботи в системах автоматизованого керування використовують α -рівні функції належності нечіткої величини. В нашому випадку швидкості. Розглянемо характеристичне рівняння руху та знайдемо мінімальне та максимальне значення його коефіцієнтів для використання відповідних рівнів:

$$\tilde{f}(p) = p^4 + k_1[1;130]p^3 + k_2[1;130]p^2 + k_3[0.001;0.008][1;130]p + k_4,$$
$$f_R(0;p) = p^4 + k_1 p^3 + k_2 p^2 + 0.001 k_3 p + k_4$$
$$f_L(0;p) = p^4 + 130 k_1 p^3 + 130 k_2 p^2 + 1.04 k_3 p + k_4$$

α -рівні дозволяють зменшити кількість обчислень, в нашому випадку проводити перевірку стійкості та критичної швидкості лише за його певним значенням. Результати розрахунків наведені в табл. 2.2. для швидкостей, м/с (0-15; 16-23; 23-31). Даний розподіл отримали за допомогою теорії стійкості Ляпунова, де 15 м/с – абсолютна стійкість, 23 м/с – критична швидкість, 31 м/с – критична швидкість.

Таблиця 2.2 – Значення α -рівней в наступні моменти часу

	V_1	y_1	V_2	y_2	V_3	y_3
$\alpha(t)$	0.8	0.9	0.5	0.6	0	0.2
$\alpha(t+1)$	0.7	0.9	0.3	0.7	0.1	0.2

3. Розробка моделі в пакеті прикладних програм математичного моделювання

3.1 Основні відомості та технічні параметри об'єкта управління

Matlab – це високопродуктивна мова для технічних розрахунків. Даний пакет прикладних програм математичного моделювання містить у собі обчислення, візуалізацію й програмування у зручному середовищі, де завдання та розв'язки виражаються у формі, близької до математичної. В Matlab важлива роль приділяється спеціалізованим групам програм, що називаються Toolboxes – всебічна колекція функцій Matlab (M-файлів), які дозволяють вирішувати різні спеціалізовані класи завдань. Toolboxes застосовують для обробки сигналів,

систем контролю, нейронних мереж, моделювання та інших задач. При моделюванні використовувався Simulink Toolbox, який надає зручний інтерфейс користувача для побудови моделі і проведення моделювання.

Технічні характеристики, що використовувалися при розробці моделі наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Технічні характеристики дизель-поїзда ДЕЛ-02

Параметр	Величина
Маса поїзда	173 т
Конструкційна швидкість	130 км/год
Мінімальний радіус проходження кривих	125 м
Ширина колії	1520 мм
Діаметр коліс	950 мм
Коефіцієнт кріпу	10700 кН
Маса колісної пари	2,8 т
Конусність колеса	0.05
Жорсткість поперечних зв'язків	80 кН/м
Жорсткість повздовжних зв'язків	220 кН/м

3.2. Функціональні моделі підсистеми керування для виявлення бокових коливань на нерівностях

Моделі для підсистеми оцінки стійкості руху та критичних швидкостей рухомого складу, на прикладі дизель-поїзда ДЕЛ-02, створено в пакеті моделювання Matlab (Simulink Toolbox). В результаті моделювання отримуємо значення бокового відхилення та виляння колісної пари відносно осі шляху, які характеризують стійкість руху. За даними графіками, підсистема аналізу та обробки інформації АСУ визначає критичну швидкість для підтримки стійкості та безпеки рухи. Отримані значення бокового відхилення та виляння колісної пари відповідають реальним характеристикам сучасних дизель-поїздів, що свідчить про адекватність розробленої моделі та дає право моделювати різні стратегії ведення поїзда і використовувати графіки залежностей, отримані в результаті цього, для аналізу ефективності цих стратегій.

На рис. 3.1 наведена функціональна схема моделі оцінки стійкості рухомого складу для прямолінійного рівномірного руху на рівній ділянці шляху.

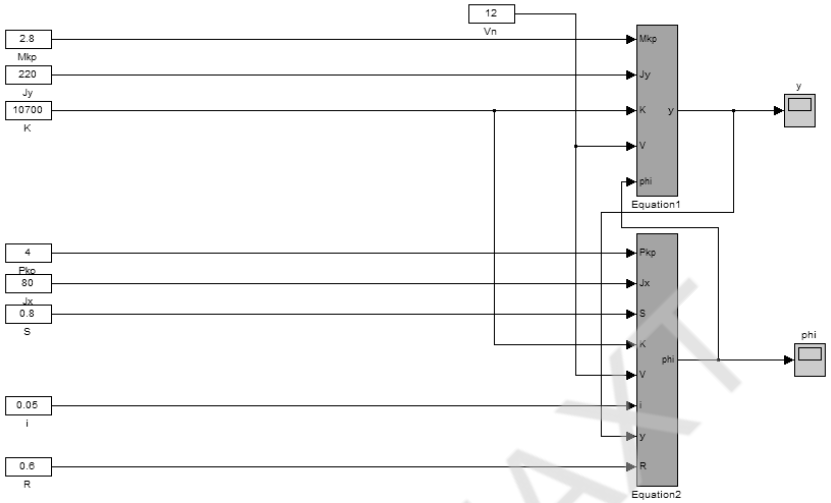


Рис. 3.1. Схема моделі оцінки коливань при рівномірному русі

Згідно розширеної системи диференційних рівнянь Картера, дана модель складається з 2 частин, що визначають бокове відхилення та виляння колісної пари. Функціональні схеми модулів бокового відхилення та виляння наведені на рис. 3.2 та рис. 3.3 відповідно.

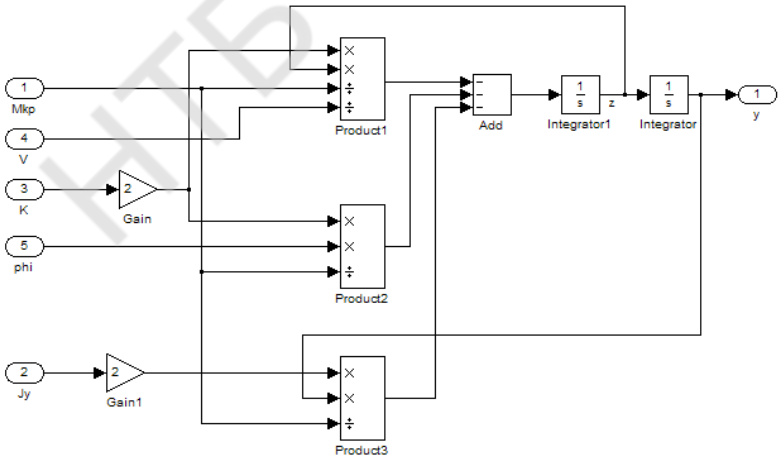


Рис. 3.2. Модуль рівняння бокового відхилення

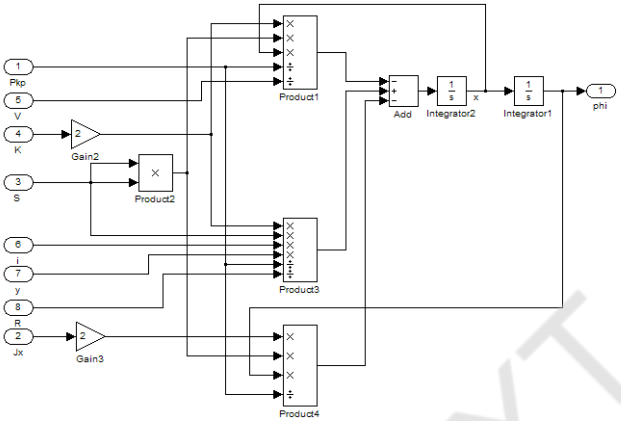


Рис. 3.3. Модуль рівняння виляння

На рис. 3.4 наведена функціональна схема моделі, що дозволяє виконати оцінку стійкості руху, за вибраними стратегіями (розгін, підтримання швидкості, гальмування) та заданими нерівностями на шляху.

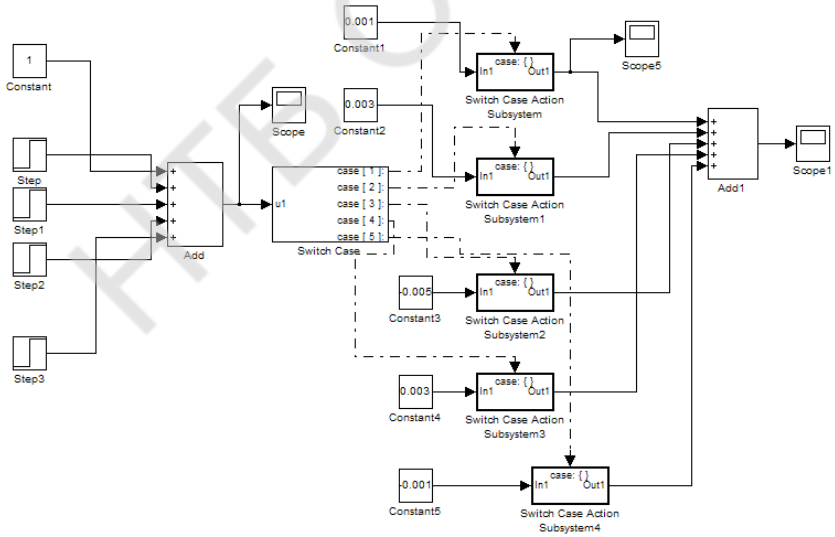


Рис. 3.4. Функціональна схема моделі виявлення бокових коливань руху за обраними стратегіями

Switch Case Action Subsystem дозволяє обирати необхідну стратегію руху дизель-потяга (рівномірний, розгін, гальмування). Вхідний керуючий сигнал формується за допомогою суми ступінчастих сигналів, що визначають умови наявності нерівностей (рис. 3.5).

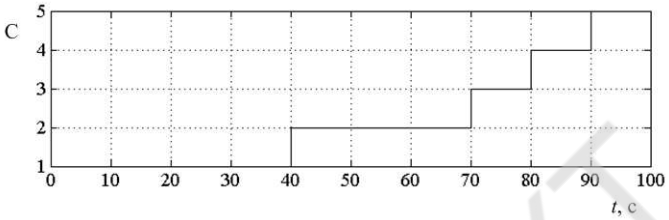


Рис. 3.5. Приклад вхідного керуючого сигналу

3.3. Результати виявлення бокових коливань рухомого складу та оцінки критичної швидкості

Для проведення експериментальних досліджень бокових коливань змінюємо швидкість, час та характер руху (рівномірний, прискорення, гальмування) дизель-поїзда та значення бокового відхилення колісної пари. На рис. 3.6 наведено графік залежності швидкості від часу в режимі розгону, а на рис. 3.7 графік бокового відхилення за перші 100 секунд.

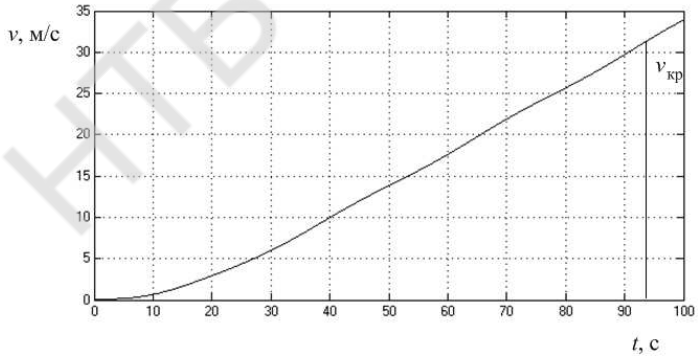


Рис. 3.6. Графік залежності швидкості від часу при режимі розгону

НТБ ОНАХТ

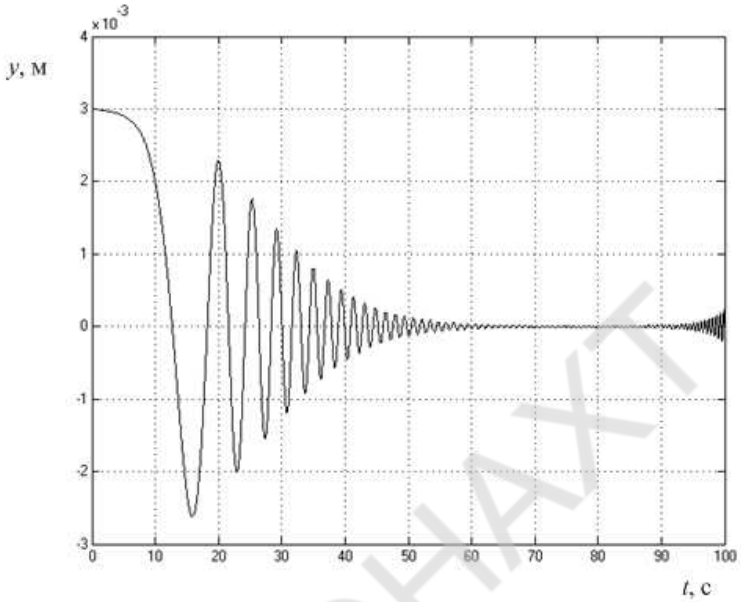
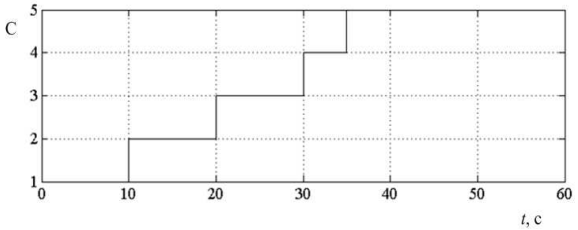


Рис. 3.7. Бокові коливання колісної пари в режимі розгону за 100 секунд

Виходячи з рис. 3.7, коливання носять затухаючий характер, критична швидкість наступає на 93 секунді.

Виконаємо моделювання з використанням вхідного керуючого сигналу профілю шляху, отриманого з підсистеми збору інформації. Керуючий вхідний сигнал та значення бокового відхилення для рівномірної швидкості 20 м/с наведені на рис. 3.8.

Так як значення швидкості при моделюванні менше 24 м/с, що є критичною швидкістю, коливання є затухаючими на кожній ділянці шляху, однак не набувають 0 за час проїзду між нерівностями. Перевіримо результати роботи моделі при нерівномірному русі, задаючи нерівності, режими руху та початкову швидкість. Режими руху які розглядалися під час моделювання: розгін, підтримання швидкості, гальмування. На рис. 3.9 наведені значення бокового відхилення колісної пари в режимі зміні параметрів руху. Характер руху, що використовувався на кожній ділянці наведено в табл. 3.2.



1: 0,002 м
2: -0,003 м
3: 0,002 м
4: -0,001 м
5: -0,004 м

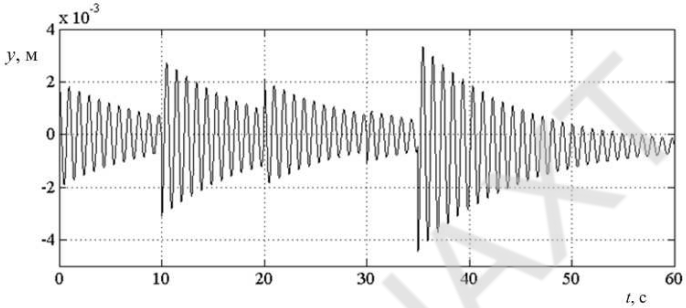
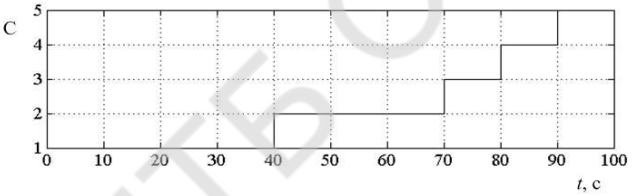


Рис. 3.8. Керуючий вхідний сигнал та бокове відхилення колісної пари при рівномірній швидкості 20 м/с



1: 0,001 м
2: -0,001 м
3: 0,001 м
4: -0,001 м
5: -0,004 м

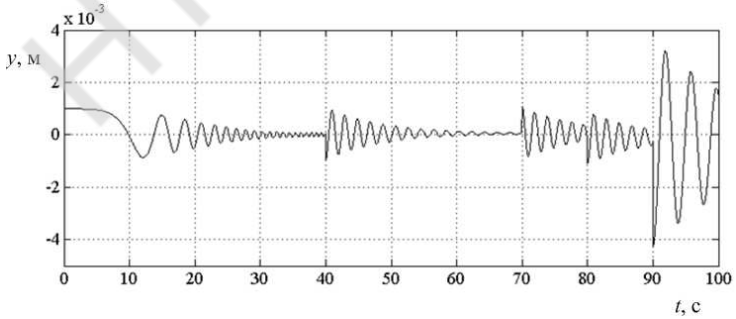


Рис. 3.9. Бокове відхилення колісної пари при нерівномірному русі

НТБОНАХТ

Таблиця 3.2 – Технічні параметри при моделюванні

Параметр	С = 1	С = 2	С = 3	С = 4	С = 5
Режим	розгін	рівномірний	розгін	гальмування	гальмування
Швидкість	від 0,1 м/с	10 м/с	від 10 м/с	до 10 м/с	до 5 м/с

Виходячи з рис. 3.9 абсолютного гасіння в будь-якому режимі руху за обраний час моделювання не відбувається, що потребує подальшої розробки систем гасіння коливань в автоматизованих системах керування та підсистем контролю стійкості руху та значень критичної швидкості при русі на нерівностях.

Висновки

У роботі розглянута науково-технічна задача управління при русі дизель-поїзда на нерівних ділянках шляху, яка дозволяє оцінювати стійкість та отримувати оптимальні закони керування рухом за допомогою бортової системи керування методами теорії стійкості та нечіткої логіки.

До основних результатів роботи відносяться: аналіз існуючих методів комп'ютерного моделювання та створення автоматизованих бортових систем управління залізничним рухомим складом на нерівностях, наведено доцільність використання теорії стійкості та нечіткої логіки для синтезу системи керування;

розроблено спеціальне програмне забезпечення математичної моделі Картера, виконані експериментальні дослідження руху дизель-поїзда на нерівностях та перевірена адекватність розробленої моделі за допомогою теорії стійкості.

Розроблена структурна схема бортової системи керування, яка враховує модулі визначення контактних точок, коливань, моделі руху дизель-поїзда та нечіткого регулювання швидкості, за допомогою дослідження характеристичного рівняння отримано значення оптимальних швидкостей при русі на нерівностях.

Дані моделі можуть бути використані для систем гасіння та підтримки стійкості в системах автоматизованого керування високошвидкісних поїздів.

Дослідження в роботі виконувалися в рамках госпдоговорів з Укрзалізницею та її підрозділами: «Впровадження діагностичного комплексу для проведення інформаційно-вимірювальної діагностики

електронної системи управління дизель-поїздів серії ДЕЛ-02 № 001, № 002, № 003, № 004» (Договір на створення науково-технічної продукції № 60196 з Одеською залізницею, м. Одеса), «Розробка та впровадження програмного забезпечення для визначення економічного ведення дизель-поїздів серії ДЕЛ-02 № 001, № 002, № 003, № 004 у моторному депо Христинівка» (Договір на створення науково-технічної продукції № 60366 з Одеською залізницею, м. Одеса, м. Христинівка).

Список використаної літератури

1. Honghai Ji, Zhongsheng Hou, Ruikun Zhang, "Adaptive Iterative Learning Control for High-Speed Trains With Unknown Speed Delays and Input Saturations", *Automation Science and Engineering IEEE Transactions on,* vol. 13, pp. 260-273, 2016, ISSN 1545-5955.

2. Töpfer C. Optimierung Kompetenz des Zugs anhand Bordscomputers/ C. Töpfer // Eisenbahningenieur. – 1998. – № 2. – P. 68-70

3. Molinari M. Ausbeutung Diesel Züge Integral der neuen Generation / M. Molinari // Eisenbahningenieur. – 2003. – № 4. – P. 6-11

4. Cheng, R., Zhou, J., Chen, D., & Song, Y. (2016). Model-based verification method for solving the parameter uncertainty in the train control system. Reliability Engineering & System Safety, 145, 169-182.

5. Мартинов І.Е. Обґрунтування математичної моделі для визначення допустимих експлуатаційних швидкостей руху пасажирських вагонів / І.Е. Мартинов, О.Г. Рейдеймейстер, В.Г. Равлюк, М.Г. Равлюк // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – 2015. – Вип. 151(1). – С. 13-18.

6. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Изд. 2. / Д.П. Ким. – М.: Физматлит, 2007. – 440 с

7. João Pombo, Jorge A.C. Ambrósio, Miguel T. Silva. A new wheel-rail contact model for railway dynamic.Vehicle systems dynamics. 2007. – Pp. 31-49.

8. Трофимович В.В. Динамика электроподвижного состава / В.В. Трофимович. Изд-во ДВГУПС, 2007. – 120 с.

9. Wu, Y., Jiang, B., & Shi, P. (2016). Incipient fault diagnosis for T–S fuzzy systems with application to high-speed railway traction devices. IET Control Theory & Applications, 10(17), 2286-2297.

4. IT TECHNOLOGIES AND CYBERSECURITY

4. ІТ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА

MULTIDIMENSIONAL WAVELET NEURON AND ITS LEARNING FOR PATTERN RECOGNITION TASKS IN THE INTERNET OF THINGS APPLICATIONS

Author – Oskerko S., Lutsan V.
Supervisor – Vynokurova O.
IT Step University

The machine learning methods (especially artificial neural networks) are widely spread nowadays in a large class of pattern recognition, image classification, intelligent control and time series prediction tasks due to their universal approximating properties and their learning abilities. Since there's a number of practical tasks when a learning sample volume is restricted, a learning rate factor goes in the forefront.

At the same time, not all neural networks (first of all, the most popular multilayer architectures are learned with the error back propagation procedure) satisfy the real task conditions because of a low rate of a tuning process and a possible overfitting effect.

Therefore, hybrid systems are the most effective systems of machine learning now, especially neuro-fuzzy and wavelet-neuro-fuzzy systems that combine neural networks' universal approximation ability, fuzzy inference systems' interpretability, compact representation of signal local properties based on wavelet transform.

IoT produces and accumulates a lot of data of arbitrary natural, which are fed from Internet-connected sensory devices. Therefore, the development of IoT technologies requires new unique solutions for the accumulated data processing in real time, where the method of computational intelligence and machine learning have a lot of advantages as compared to conventional approaches.

Nowadays, intensive researches are being carried out for the integration of IoT technologies and machine learning methods. As the analysis shows, in most cases, the existing methods are either not capable of processing the data stream in real time or cannot be implemented based on simple IoT controllers that could allow the development of the cheap IoT applications. Thus, it is important to create new high-speed methods that would have a simplicity of implementation and allow data processing in online mode.

In this work, the architecture of multidimensional wavelet neuron and its learning algorithm for pattern recognition are proposed. The proposed approach is characterized by simplicity of computational implementation and high speed of tuning parameters. Such systems can be used for solving tasks of the classification data, the patterns recognition, the prediction of multidimensional time series, which are generated by Internet-connected sensory devices in IoT applications. The simplicity of multidimensional wavelet neuron architecture allows implementing it in the IoTcontrollers.

The computational experiments are performed based on benchmark and real data sets. The obtained results have confirmed the advantages of the proposed approach in comparison with the existed methods. The software RFAv.2.0 was developed for classification data and pattern recognition.

In the future, the adaptive wavelet function will be implemented into the architecture for increasing the approximation properties of wavelet neuron. Such adaptive activation function allows tuning its parameter (center and width) during a learning process.

The advantage of the proposed approach is described in the paper and is presented on "The First International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications (ICCSEEA2018)" by authors.

HIBOHT

Introduction

Methods of scientific direction that is developed within computer science and is known as machine learning have been widely used to solve various real problems in many areas [1-3] recently.

Hybrid systems are the most effective systems of machine learning now, especially neuro-fuzzy [4-6] and wavelet-neuro-fuzzy systems [7-8] that combine neural networks' universal approximation ability, fuzzy

inference systems' interpretability, compact representation of signal local properties based on wavelet transform.

Internet of things (IoT) produces and accumulates a lot of data of arbitrary natural, which are fed from Internet-connected sensory devices. Therefore, the development of IoT technologies requires new unique solutions for the accumulated data processing in real time, where the method of computational intelligence and machine learning have a lot of advantages as compared to conventional approaches [10-15].

As the use of intelligent systems becomes widespread, the requirements for their universality grow higher and higher, which means, in particular, a stability over any type of data, an adaptively to changing conditions, a transparency of the results interpretation. Strictly guarantee these properties we can only do by using rigorous mathematical methods based on the computational intelligence theory.

Nowadays, intensive researches are being carried out for the integration of IoT technologies and computational intelligence methods, among them: in [16] authors proposed 4 data mining models for processing IoT data, in [17] authors introduced a systematic manner for reviewing data mining knowledge and techniques in most common applications (classification, clustering, association analysis, time series analysis, and outline detection в IoT applications); in [18] authors ran a survey to respond to some of the challenges in preparing and processing data on the IoT through data mining techniques, in [19] authors attempted to explain the Smart City infrastructure in IoT and discussed the advanced communication to support added-value services for the administration of the city and citizens thereof.

As the analysis shows, in most cases, the existing methods are either not capable of processing the data stream in real time or cannot be implemented based on simple IoT controllers that could allow the development of the cheap IoT applications. Thus, it is important to create new high-speed methods that would have a simplicity of implementation and allow data processing in online mode.

In this work, the architecture of multidimensional wavelet neuron and its learning algorithm for pattern recognition are proposed. The proposed approach is characterized by simplicity of computational implementation and high speed of tuning parameters. Such systems can be used for solving tasks of the classification data, the patterns recognition, the prediction of multidimensional time series, which are generated by Internet-connected sensory devices in IoT applications.

1. Wavelet neuron for classification tasks and its learning algorithm

1.1. The architecture of wavelet neuron and its activation function

The architecture of wavelet neuron [20] is based on the neo-fuzzy architecture [21, 22], which uses only triangular activation functions.

Taking into account the fact that triangular activation functions do not always provideenough quality in pattern recognition tasks, the synthesis of wavelet neuron architecture based on wavelet activation function and its learning algorithm is relevant. Using the wavelet functions give us the advantage of detecting the local features in the patterns.

Figure 1.1 shows the architecture of wavelet neuron for classification tasks.

The wavelet neuron has the simple architecture for computational implementation and can be used for recognition and classification of data, which is received from a lot of sensors in the Internet of Things applications (security camera, fitness band, smart house systems etc.).

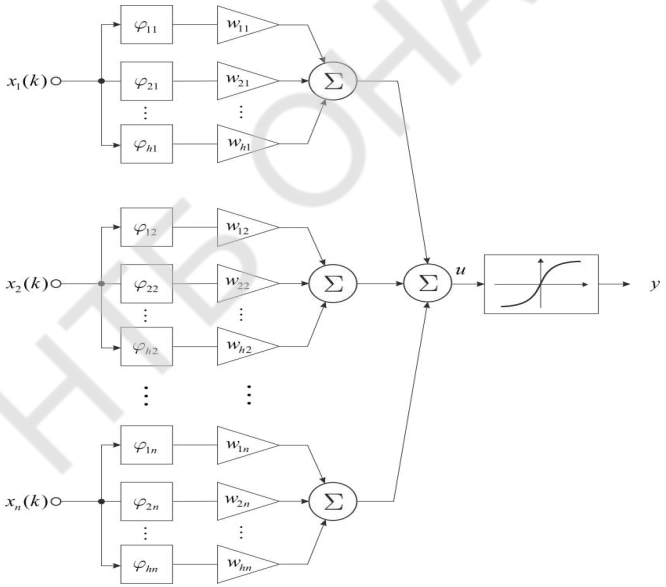


Fig. 1.1. The architecture of wavelet neuron

The vector in the form

$$x(k) = (x_1(k), x_2(k), \ldots, x_n(k))^T, \tag{1.1}$$

НТБОНАХТ

is fed to the input of wavelet neuron (here k is the discrete instant of time), and in the output we obtain the signal in the form

$$y(k) = \frac{1}{1+\exp(-\gamma u(k))} \tag{1.2}$$

$$u(k) = \sum_{i=1}^{n} f_i(x(k)) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{h} w_{ji}(k-1)\varphi_{ji}(x_i(k)) \tag{1.3}$$

where γ is the parameter of sigmoid function, $w_{ji}(k)$ is the synaptic weight, $\varphi_{ji}(k)$ is the wavelet activation function, $i = 1,2,\ldots,n$.

As wavelet activation functions we can use wavelet function "Mexican hat" in the form:

$$\varphi_{ji}(x_i(k)) = (1-t_{ji}^2(k))\exp\left(-\frac{t_{ji}^2(k)}{2}\right) \tag{1.4}$$

where $t_{ji}(k) = x_i(k) - c_{ji}(k)\ \sigma_{ji}^{-1}(k)$; $c_{ji}(k)$ is the center parameter; $\sigma_{ji}(k)$ isthe width parameter of the activation function.

Figure 1.2 shows wavelet activation functions (1.4) with different values of the width parameter.

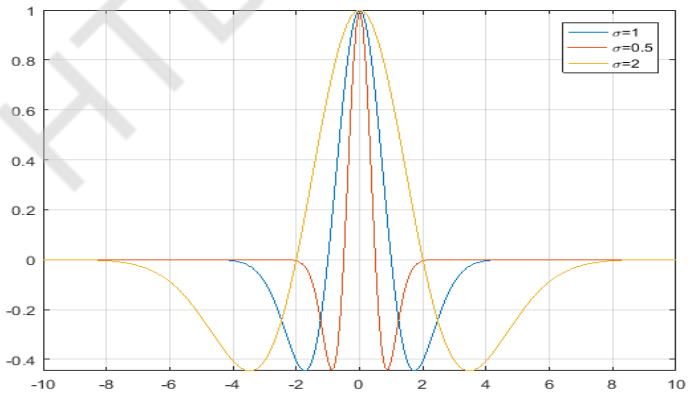


Fig. 1.2. Wavelet activation functions with different values of the width parameter

1.2. The learning algorithm of wavelet neuron

The learning process of wavelet neuron is the adjustment of synaptic weights $w_{ji}(k)$ in the each iteration k where the optimization task of chosen quality criterion is solved.

As the quality criterion we can use the quadratic quality criterion in the form:

$$E(k)=\frac{1}{2}(d(k)-y(k))^2=\frac{1}{2}e^2(k)= \\ =\frac{1}{2}\left(d(k)-\frac{1}{1+\exp\left(-\gamma\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{h}w_{ji}(k-1)\varphi_{ji}(x_i(k))\right)}\right)^2, \tag{1.5}$$

where $d(k)$ is reference signal, $y(k)$ is the actual signal, $e(k)$ is the learning error.

Thereby, a partial derivative of the synaptic weights has the form

$$\frac{\partial E(k)}{\partial w_{ji}(k)}=-\gamma e(k)y(k)(1-y(k))\varphi_{ji}(x_i(k))= \\ =-\gamma e(k)y(k)(1-y(k))(1-t_{ji}^2(k))\exp\left(-\frac{t_{ji}^2(k)}{2}\right). \tag{1.6}$$

For learning process of wavelet neuron, we can use a gradient learning algorithm, which has form based on criterion (1.4):

$$w_{ji}(k+1)=w_{ji}(k)+\eta^w\gamma e(k+1)y(k)(1-y(k))\varphi_{ji}(x_i(k)) \tag{1.7}$$

where η^w islearning rate parameter $(0<\eta^w\leq 1)$.

Introducing $(h_i\times 1)$ dimensionality vectors of variables $\varphi_i(x_i(k))=(\varphi_{1i}(x_i(k)),\ldots,\varphi_{hi}(x_i(k)))^T$, $w_i(k)=(w_{1i}(k),\ldots,w_{hi}(k))^T$, we can write the gradient learning algorithm in the form

$$w_i(k+1)=w_i(k)+\eta^w\gamma e(k+1)y(k)(1-y(k))\varphi_i(x(k)). \tag{1.8}$$

In the future, the adaptive wavelet function will be implemented for increasing the approximation properties of wavelet neuron. Such adaptive activation function allows tuning its parameter during a learning process.

2. Multidimensional wavelet neuron and its learning

2.1. The architecture of multidimensional wavelet neuron

In many cases solving the real problems in the Internet of Things application is needed the prediction or the classification of multidimensional data, which are fed from some sensors at one time.

For this case, we can introduce multidimensional wavelet neuron, which has n inputs, m outputs and h wavelet activation function for each input. For the task of classification and pattern recognition, the sigmoidal functions have to be added to the output layer.

Figure 2.1 shows the architecture of the multidimensional wavelet neuron for the classification or pattern recognition tasks.

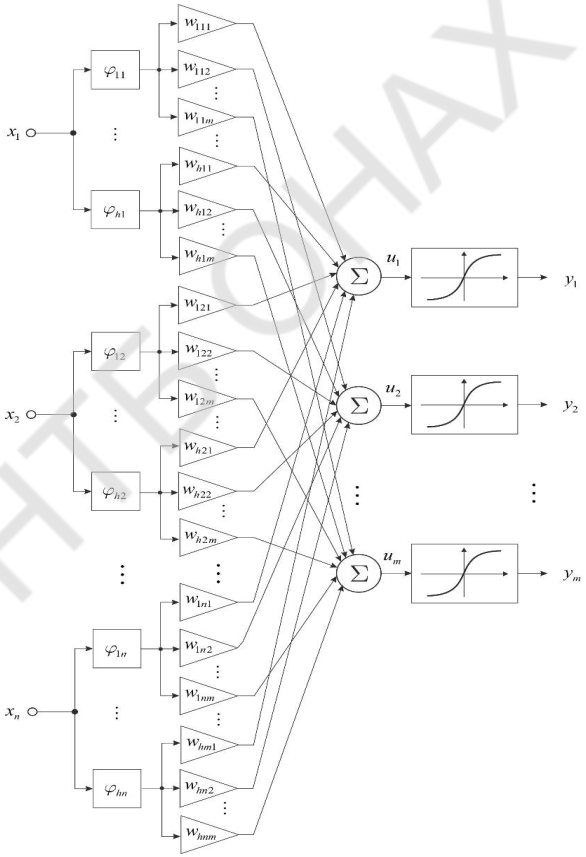


Fig. 2.1. The architecture of multidimensional wavelet neuron

НТЕОНАХТ

The nodes of the multidimensional wavelet neuron are wavelet neurons, which can be described above.

For the optimization of computational implementation let's rewrite the input of multidimensional wavelet neuron in the form

$$y(k) = W(k)\varphi(x(k)) \tag{2.4}$$

where $\varphi(x(k)) = (\varphi_{11}(x_1), \varphi_{12}(x_2), \ldots, \varphi_{1n}(x_n), \varphi_{21}(x_1), \varphi_{22}(x_2), \ldots, \varphi_{2n}(x_n), \ldots, \varphi_{h1}(x_1), \ldots, \varphi_{hn}(x_n))^T$ is $(hn \times 1)$ dimension vector wavelet activation functions,

$$W(k) = \begin{pmatrix} w_{111} & w_{121} & \cdots & w_{1n1} & w_{211} & w_{221} & \cdots & w_{2n1} & \cdots & \cdots & w_{hn1} \\ w_{112} & w_{112} & \cdots & w_{1n2} & w_{212} & w_{222} & \cdots & w_{2n2} & \cdots & \cdots & w_{hn2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ w_{11m} & w_{12m} & \cdots & w_{1nm} & w_{21m} & w_{22m} & \cdots & w_{2nm} & \cdots & \cdots & w_{hnm} \end{pmatrix}$$

is $(m \times hn)$ dimensional matrix of synaptic weights.

2.2. The learning algorithm of multidimensional wavelet neuron

Due to the synaptic weights of multidimensional wavelet neuron depend on the output systems linearly, we can use the stochastic approximation algorithms, which minimize criterion in the form

$$E_j(k) = \frac{1}{2}e_j^2(k) = \frac{1}{2}(d_j(k) - y_j(k))^2. \tag{2.5}$$

Minimizing the criterion (2.5) by synaptic weights $w_{lij}(k)$

$$\frac{\partial E_j}{\partial w_{lij}} = -e_j y_j (1 - y_j)\gamma\varphi_{li}(x_i), \tag{2.6}$$

we can write learning algorithm in the form

$$w_{lij}(k+1) = w_{lij}(k) - \eta\frac{\partial E_j}{\partial w_{lij}} = w_{lij}(k) + \eta e_j(k) y_j(k)(1 - y_j(k))\gamma\varphi_{li}(x_i(k)) \tag{2.7}$$

where η is learning rate parameter $(0 < \eta \le 1)$.

For optimizing the learning process, we can rewrite learning algorithm (2.7) in matrix form

$$W(k+1) = W(k) + \eta\gamma(e(k) \odot y(k) \odot (1 - y(k))) \cdot \varphi^T(x(k)) \tag{2.8}$$

where $e(k)=(e_1(k),e_2(k),\ldots,e_m(k))^T$ is the errors vector, $y(k)=(y_1(k),y_2(k),\ldots,y_m(k))^T$ is the outputs vector, $\odot$ is dot product.

3. Experiments

3.1. Data classification based on synthetic data set

The effectiveness of proposed multidimensional wavelet neuron is examined based on data set «Two spirals» [23], which is two classes representing two spirals and is a benchmark for neural network.

For implementing proposed multidimensional wavelet neuron and its learning algorithm, the software RFAv.2.0 was developed based on C# programing language with standard libraries for the realization of mathematical operations and visualization of obtained results.

Figure 3.1 and figure 3.2 show the screen form of developed software RFAv.2.0 (the training process results and the classification results visualization.

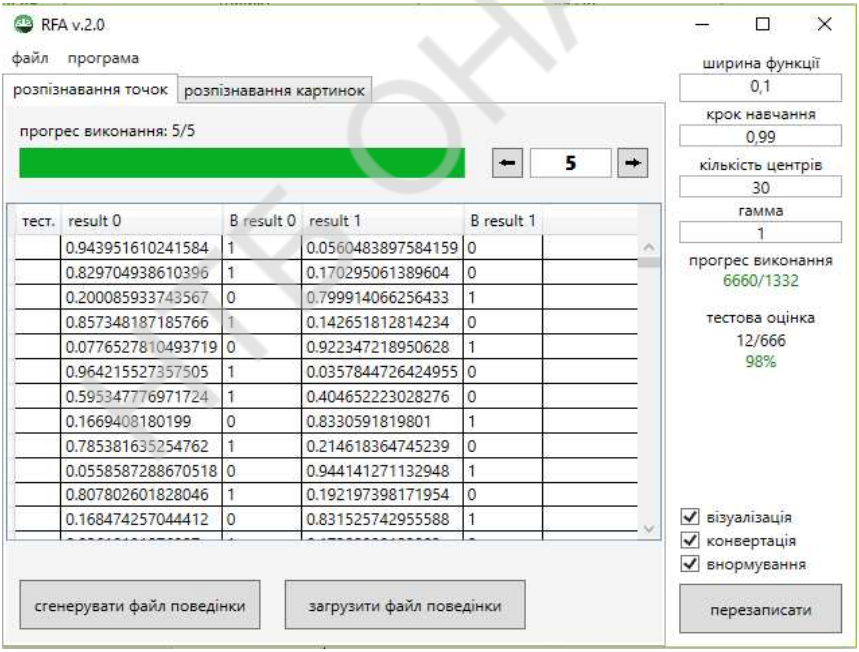


Fig. 3.1. The results of the training process of the multidimensional wavelet neuron

The data set is divided by the training data sample (70%) and testing data sample (30%). As the quality criterion was taken the percentage of the false classified patterns based on the testing data set.

The multidimensional wavelet neuron has 2 inputs, 2 outputs, and 30 wavelet function for each input. The initial synaptic weights values were taken zeros, the learning rate parameter was taken $\eta = 0.99$ and width of wavelet activation function was taken 0.1.

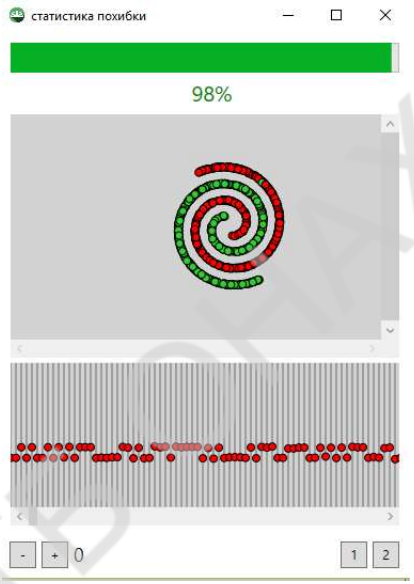


Fig. 3.2. The visualization of classification results of «Two spirals» data set

The obtained results are compared with neo-fuzzy neuron and are presented in Table 3.1.

Table 3.1 – The results of classification

Neural network	Number of activation function	Error Training set	Error Testing set
Multidimensional wavelet neuron	30	3,3%	2%
Neo-fuzzy neuron	30	3%	4,5%

3.2. Recognition of handwritten digits data sets

The effectiveness of proposed recognition system is examined based on two handwritten digits data sets. The first experiment was performed based on MNIST database [24] and results was presented by authors in the copy of paper.

The second experiment was performed based on handwritten digits data from Matlab data sets. The data store contains 10000 synthetic images of digits 0-9. The images are generated by applying random transformations to digit images created using different fonts. Each digit image is 28-by-28 pixels.

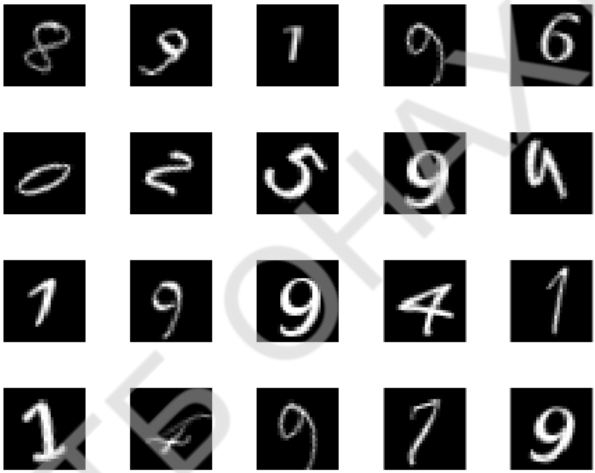


Fig. 3.3. Digit data set

The multidimensional wavelet neuron has 784 inputs, 10 outputs, and 10 wavelet function for each input. The initial synaptic weights values were taken zeros,the learning rate parameter was taken $\eta = 0.99$ and width of wavelet activation function was taken 0.3.As the quality criterion was taken the percentage of the true classified objects based on the testing data image set.

The multidimensional wavelet neuron was trained during 50 epochs and accuracy on the test data set was 92%.

Figures 3.4-3.6 show the results of recognition handwriting digits, which you can write in the window in the developed software RFAv.2.0.

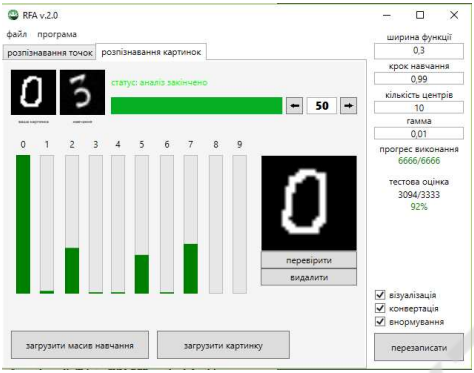


Fig. 3.4. The screen form of developed software RFAv.2.0

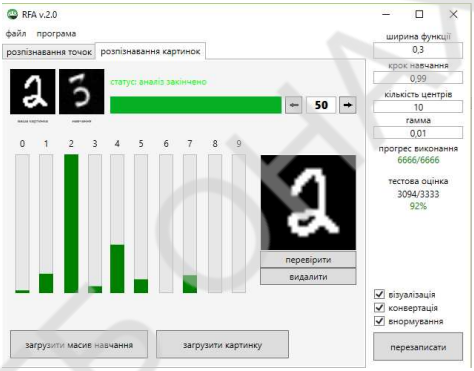


Fig. 3.5. The screen form of developed software RFAv.2.0

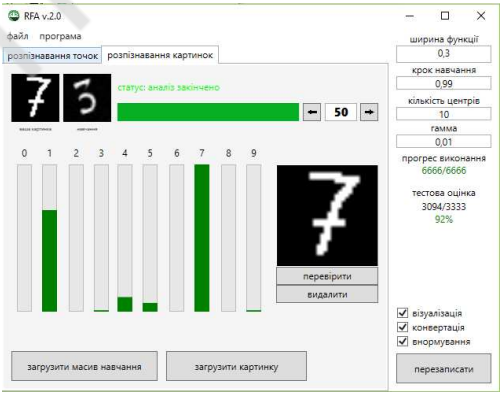


Fig. 3.6. The screen form of developed software RFAv.2.0

Conclusions

Nowadays, intensive researches are being carried out for the integration of IoT technologies and machine learning methods. As the analysis shows, in most cases, the existing methods are either not capable of processing the data stream in real time or cannot be implemented based on simple IoT controllers that could allow the development of the cheap IoT applications. Thus, it is important to create new high-speed methods that would have a simplicity of implementation and allow data processing in online mode.

In this work, the architecture of multidimensional wavelet neuron and its learning algorithm for pattern recognition are proposed. The proposed approach is characterized by simplicity of computational implementation and high speed of tuning parameters. Such systems can be used for solving tasks of the classification data, the patterns recognition, the prediction of multidimensional time series, which are generated by Internet-connected sensory devices in IoT applications.

The computational experiments are performed based on benchmark and real data sets. The obtained results have confirmed the advantages of the proposed approach in comparison with the existed methods. The software RFAv.2.0 was developed for classification data and pattern recognition.

In the future, the adaptive wavelet function will be implemented into the architecture for increasing the approximation properties of wavelet neuron. Such adaptive activation function allows tuning its parameter (center and width) during a learning process.

The advantage of the proposed approach is described in the paper and is presented on "The First International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications (ICCSEEA2018)" by authors.

References

1. Rutkowski, L. Computational Intelligence: Methods and Techniques. Springer-Verlag, Berlin (2008).

2. Murphy K.P. Machine Learning: a Probabilistic Perspective. MIT press (2012).

3. Kruse R., Borgelt C., Klawonn F., Moewes C., et al. Computational Intelligence. A Methodological Introduction, Springer-Verlag, Berlin, (2013).

4. Jang, S.M. Neuro-Fuzzy and Soft Computing – Prentice Hall (1997)

НЕ ОНАТ

5. Jang, J.-S.R.. ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 23 (3) (1993)

6. Tahmasebi, P.A hybrid neural networks-fuzzy logic-genetic algorithm for grade estimation". Computers & Geosciences. 42: 18–27 (2012)

7. Bodyanskiy, Ye., Vynokurova O. Hybrid adaptive wavelet-neuro-fuzzy system for chaotic time series identification. Information Science, 220, 170-179 (2013).

8. Abiyev, R.H., Kaynak, O. Identification and control of dynamic plant using fuzzy wavelet neural networks. Proc. of IEEE Int. Symposium on Intelligent Control, USA: San Antonio, 1295-1301(2008).

9. Abiyev, R.H.,Kaynak, O. Fuzzy wavelet neural networks for identification and control of dynamic plants – A novel structure and a comparative study. IEEE Trans. on Industrial Electronics, 55(8), 3133-3140 (2008).

10. Mahdavinejad, M.S., Rezvan, M., Barekatain, M., Adibi, P., Barnaghi, P., Sheth, A.P.: Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey. Digital Communications and Networks, (2017). In Press.

11. Atzori, L., Iera, A., Morabito, G.: The internet of things: a survey. Computational Network 54 (15), 2787-2805 (2010).

12. Cecchinel, C., Jimenez, M., Mosser, S., Riveill, M.: An architecture to support the collection of big data in the internet of things. In: Proc. of 2014 IEEE World Congress on Services, pp.442-449, (2014).

13. Joakar, A.: A Methodology for Solving Problems with Data Science for Internet of Things, DataScience for Internet of Things. Homepage, https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/a-methodology-for-solving-problems-with-datascience-for-internet, last accessed 2017/11/27.

14. Ni, P., Zhang, C., Ji, Y.: A hybrid method for short-term sensor data forecasting in internet of things. In: Proc. of 2014 11th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), pp. 369-373 (2014).

15. Alam, F., Mehmood, R., Katib, I., Albeshri, A.: Analysis of Eight Data Mining Algorithms for Smarter Internet of Things. Procedia Computer Science 98, 437-442 (2016).

16. Bin, S., Yuan, L., Xiaoyi, W.: Research on data mining models for the internet of things. In: Proc. of 2010 IEEE International Conference on Image Analysis and Signal Processing, pp. 127-132, (2010).

17. Chen, F., Deng, P., Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A.V., Rong, X.: Data mining for the internet of things: literature review and challenges. International Journal of Distributed Sensor Networks 11(8), 1-14 (2015).

18. Tsai, C.-W., Lai, C.-F., Chiang, M.-C., Yang, L.T.: Data mining for internet of things: a survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials 16 (1), 77-97 (2014).

19. Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., Zorzi, M.: Internet of 905 things for smart cities, IEEE Internet of Things journal 1(1), 22-32 (2014).

20. Bodyanskiy, Ye., Lamonova, N., Pliss, I., Vynokurova O. An adaptive learning algorithm for a wavelet neural network. Expert Systems 22(5), 235-240 (2005).

21. Yamakawa, T., Uchino, E., Miki, T., Kusanagi H.: A neo-fuzzy neuron and its application to system identification and prediction of the system behavior. In: Proc. of 2nd Int. Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks, 477-483, Iizuka, Japan (1992).

22. Miki, I., Yamakawa, I.: Analog implementation of neo-fuzzy neuron and its on-board learning. Computational Intelligence and Applications. pp. 144-149, Piraeus: WSES Press (1999).

23. Data Set Repositories. https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/41459-6-functions-for-generating-artificial-datasets.

24. MNIST Homepage http://yann.lecun.com/exdb/mnist/

НТБ ОНАХТ

USING OF NLP TECHNOLOGIES FOR EVALUATING THE CRYPTOCURRENCY RATES

Author – Gryekhvodov B.
Supervisor – Kanishcheva O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Cryptocurrency mining is the process of adding new transactions to the blockchain that results in adding the new units of digital currency into existence and circulation. Due to the high innovativeness of this process, the status of cryptocurrencies as well as their mining in jurisdictions may vary worldwide.

Blockchain is a new way of storing and moving that data, where instead of being held all in one place, the information is atomized and spread over thousands of nodes across a network, all locked together with clever cryptography. The evaluation of the cryptocurrency rate is an important task, as it is a very dynamically developing area and requiring constant monitoring of rate.

Goal of the work is developing the algorithm for evaluating the rate of cryptocurrency, by means of sentiment analysis in order to determine the tune of the news feed.

The object of the study is the process of determining cryptocurrency rates using NLP technology from news sites.

The subject of the study is NLP methods for automated detection of cryptocurrency rates.

The author in his work explored the topical area (cryptocurrency sphere), collected the data into text corpus of news topics, completed data pre-processing for news titles and developed the Sentiment Analysis algorithm for evaluating the rate of cryptocurrency.

Introduction

Cryptocurrency is a brand-new notion, that said, it is less than a decade old. It has formed a completely new and rapidly-developing industry, thus, opened the path for all kinds of businesses in the corresponding sphere, for both: private entrepreneurs and major companies. Blockchain – the decentralized technology applied to cryptocurrency is absolutely

innovative and is changing the way people think, interact with each other and do business.

Factors such as unsettled market conditions and the young age of cryptocurrency as a notion provoke an extremely volatile and unstable price rate of the most popular representatives of the sphere. That is an advantage and disadvantage at the same time, because the profits of investors can very often reach great heights, although the risks are high, as well. The rate of cryptocurrency is not estimated by any entities or governments, on the contrary, it is affected by the demand and supply on the market. As a result, the price can sway up and down very frequently in a short lapse of time.

For the moment, there is a vast variety of trading bots that help investors predict the price and, eventually, increase their capital. Although, the problem is that they are based on specific strategies configured by traders, themselves, and are unable to analyze the price fluctuations based on certain news that directly affect the price. In fact, even rumors on the Internet can, in a certain way, influence cryptocurrency rate. What all trading bots lack is an implemented program that will process a huge data spectrum of cryptocurrency news titles. In this way, if the negative news appears on the Internet, for example, "China banned Bitcoin", the trading bot would be able to predict that the price of Bitcoin is about to dip down.

The aim of graduate work is, basing on current knowledge of natural language processing technologies, develop a prototype software for evaluating the rate of cryptocurrency, by means of sentiment analysis that will cognize the tune of the news feed. In order to deal with this problem, it is necessary to explore the topical area, which is, the sphere of cryptocurrency; collect the data – text corpus of topics; complete data pre-processing and, eventually, develop the sentiment analysis algorithm.

1. Cryptocurrency and its role in the modern world

1.1 The notion of cryptocurrency and background to its establishment

It all started back in the year 2008. It was not the year of a release of the first-ever cryptocurrency. At first, it was just a white paper posted on the internet by certain Satoshi Nakamoto. The title was following: "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". It is worthy of mention, that the 'Electronic Cash System' covered in this paper was not contemplated as a cryptocurrency, at that time. It was only a peer-to-peer version of electronic cash that presumed the cryptographic protection.

DRAFT

Basing on “The Collected Writings of Bitcoin Creator Satoshi Nakamoto” [1] Satoshi Nakamoto is the name used by the unknown person or persons who designed bitcoin and created its original reference implementation. As part of the implementation, they also devised the first blockchain database. In the process, they were the first to solve the double-spending problem for the digital currency. They were active in the development of bitcoin up until December 2010.

Gavin Andresen has said of Nakamoto's code: "He was a brilliant coder, but it was quirky".

1.1.1 “Bitcoin: a peer-to-peer Electronic Cash System”

This section includes the original interpretation of how Bitcoin works, taken from Satoshi Nakamoto’s White Paper [2] combined with some exterior speculations.

Originally, Bitcoin is an electronic payment system based on cryptographic proof instead of trust, allowing any two willing parties to transact directly with each other without the need for a trusted third party. Transactions that are computationally impractical to reverse can protect sellers from fraud, and routine escrow mechanisms can easily be implemented to protect buyers. Bitcoin provides a solution to the double-spending issue using a peer-to-peer distributed timestamp to generate computational proof of the chronological order of transactions.

The Blockchain technology helped to solve the double-spending issue in an absolutely elegant way. Blockchain is a decentralized network, allocated among all ‘participants’ of the network. In rough order, the ‘participants’ (in Bitcoin network) can be divided in three basic categories: Sender, Receiver, Nodes. Consequently, the network works in the following way: Sender sends money to the receiver, while the nodes verify the correctness of the transaction, which is, whether the sender indeed had enough money to spend them and whether the receiver got the funds that were sent to him.

An electronic coin is a chain of digital signatures. Each owner transfers the coin to the next by digitally signing a hash of the previous transaction and the public key of the next owner and adding these to the end of the coin. A payee can verify the signatures to verify the chain of ownership (Fig. 1.1).

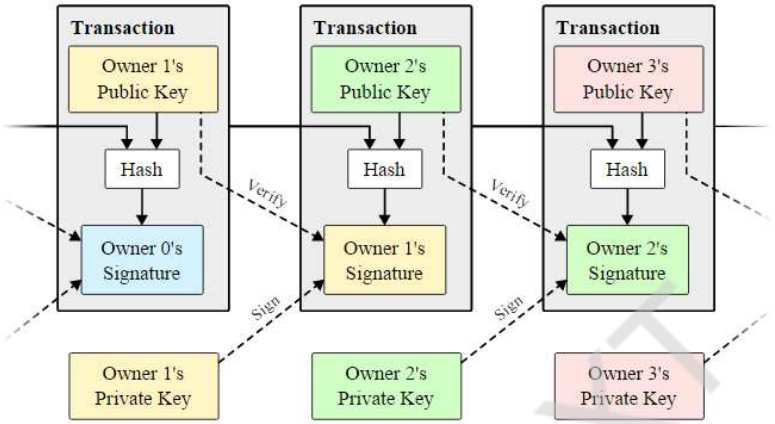


Fig. 1.1. Bitcoin Transaction from within

The proof-of-work involves scanning for a value that when hashed, such as with SHA-256, the hash begins with a number of zero bits. The average work required is exponential in the number of zero bits required and can be verified by executing a single hash.

Once the CPU effort has been expended to make it satisfy the proof-of-work, the block cannot be changed without redoing the work. As later blocks are chained after it, the work to change the block would include redoing all the blocks after it.

By convention, the first transaction in a block is a special transaction that starts a new coin owned by the creator of the block. This adds an incentive for nodes to support the network, and provides a way to initially distribute coins into circulation, since there is no central authority to issue them.

The incentive can also be funded with transaction fees. If the output value of a transaction is less than its input value, the difference is a transaction fee that is added to the incentive value of the block containing the transaction.

The incentive may help encourage nodes to stay honest. If a greedy attacker is able to assemble more CPU power than all the honest nodes, he would have to choose between using it to defraud people by stealing back his payments, or using it to generate new coins. He ought to find it more profitable to play by the rules, such rules that favour him with more new coins than everyone else combined, than to undermine the system and the validity of his own wealth.

1.2 The sphere of cryptocurrency from within

Now that, we have got the insight of the original idea of how cryptocurrency ought to work. Although, it is important to mark that it was not called cryptocurrency at the time Satoshi's white paper was written. By that point, it was called a system for electronic transactions that is not relying on trust.

In the year 2009, Bitcoin network has appeared on the Internet and first transactions were sent, correspondingly, the first blocks were mined. Then, little by little, people set sights on this radically new money system. Over its first years of existence, Bitcoin drew attention of thousands entrepreneurs and has increased dramatically − from $0.7 to more than $100 (While the current price is over $10000.)

It stands to reason, that hundreds of IT specialists, amazed from the system and its algorithms, came up with ideas of building their own 'digital money systems', that, eventually, were called cryptocurrencies. The current number of cryptocurrencies is exceeding a thousand. Consequently, it turned into a multimillion industry.

All existing cryptocurrencies can be divided in two basic groups: Bitcoin and Altcoins. Altcoin (alternative coin) is any cryptocurrency coin, except Bitcoin. Among hundreds kinds of Altcoins, we can mark the most popular ones.

Ethereum is the second to Bitcoin cryptocurrency network, according to both: market capitalization and popularity. VitalikButerin is a Russian-Canadian programmer who came up with the idea of developing his own cryptocurrency. The success of Ethereum can be attributed to Vitalik, himself. His aim was not just to create a yet another cryptocurrency, but to use the knowledge of Bitcoin and expand the functionality. In this way, Ethereum is not only a network for providing money transactions, it also features so-called Smart Contracts. Smart Contract is a program that runs within Ethereum'sblockchain. Anyone can build his own program and have it running on Ethereum'sblockchain. It is better to give an example for a better insight of the opportunities that Smart Contracts open for both: developers and consumers. Programmers can build any program, let's say a Taxi application like 'Uber'. The only difference is that there would be no any entities that control the process or centralized servers running the program. Everything is autonomous and 'situated' on the blockchain. All you need, as a client, is to have some Ether tokens on your wallet. Taxi driver brings you to the destination and you walk out, without worrying that you did not pay, because program already did it. At the same time,

driver will not have any worries about the client who did not pay for the taxi. Ethereum with its smart contract brings people to the whole new level of autonomy.

Dashis an open source peer-to-peer cryptocurrency that aims to be the most user-friendly and most on-chain-scalable cryptocurrency in the world. The following information is taken from the official interpretation of Dash on Wikipedia [3]. On top of Bitcoin's feature set, it currently offers instant transactions (InstantSend) private transactions (PrivateSend) and operates a self-governing and self-funding model that enables the Dash network to pay individuals and businesses to perform work that adds value to the network. Dash's decentralized governance and budgeting system makes it a decentralized autonomous organization (DAO). Dash is the first decentralized autonomous organization powered by a Sybil proof decentralized governance and funding system. Decentralized Governance by Blockchain (DGBB), often referred to simply as the "treasury system" is a means of coming to consensus on proposed network changes and funding development of the Dash ecosystem. Ten percent of the block rewards go to this "treasury" in order to pay for projects that benefit Dash. Funding from the treasury system has been used to hire additional developers and other employees, to fund attendance at conferences, and to fund integrations with major exchanges and API providers.

1.2.1. The position of different countries concerning cryptocurrency

Cryptocurrency is an entirely new concept. The problem is that it does not fall under any submission of money, speaking about the legal field of different countries. As a matter of course, the first governments' impression to cryptocurrency was absolutely negative and it was considered as fake and surrogate money. However, as years passed the cryptocurrency sphere was developing swiftly and countries start noticing this 'fake money' in a more positive light. The information in this section is mostly based on Wikipedia webpage that states the position to cryptocurrency of different countries [4].

Japan was one of the first countries to declare laws, considering the most popular cryptocurrencies, such as Bitcoin. On 7 March 2014, the Japanese government, in response to a series of questions asked in the National Diet, made a cabinet decision on the legal treatment of bitcoins in the form of answers to the questions. The decision did not see bitcoin as currency nor bond under the current Banking Act and Financial Instruments and Exchange Law, prohibiting banks and securities companies from dealing in bitcoins. The decision also acknowledges that there are no

laws to unconditionally prohibit individuals or legal entities from receiving bitcoins in exchange for goods or services. Taxes may be applicable to bitcoins. In 2017, the country's government officially recognized bitcoin as a method of payment.

In the USA, Bitcoin is classified as a convertible decentralized virtual currency in 2013. The Commodity Futures Trading Commission, CFTC, classified bitcoin as a commodity in September 2015. Per IRS, bitcoin is taxed as a property. In September 2016, a federal judge ruled that "Bitcoins are funds within the plain meaning of that term".

The European Union has passed no specific legislation relative to the status of Bitcoin as a currency, but has stated that Value Added Tax is not applicable to the conversion between traditional (fiat) currency and bitcoin. In 2016 the European Parliament's proposal to set up a taskforce to monitor virtual currencies to combat money laundering and terrorism, passed by 542 votes to 51, with 11 abstentions, has been sent to the European Commission for consideration. The European Central Bank classifies bitcoin as a convertible decentralized virtual currency.

The government of Ukraine is currently working on cryptocurrency regulation. The corresponding law was proposed by Verkhovna Rada of Ukraine on 10th of October 2017. The legislation draft includes the itemized list of definitions, about such notions of cryptocurrency sphere as "Miner", "Blockchain", "Cryptocurrency exchange", etc. The law is announced to come into effect in three months after the introduction. Throughout this period, National Bank of Ukraine will be profoundly developing the proposed statute to make it possible to release the full set of laws related to cryptocurrency, including taxes, regulations, criminal and administrative sanctions. It may, however, take more than 3 months, but about half a year actually. So, there is a very high possibility that in Spring 2018, cryptocurrency in Ukraine will be fully legalized and regulated.

2. Development of method for evaluating the rate of cryptocurrency

2.1 Analysis of factors affecting the rate of cryptocurrency

As it was mentioned above, cryptocurrency is an absolutely new concept of money and it's not government or some other entity that defines its price. There are dozens of reasons affecting the rate of it. The aim of the graduate work is to automate and systematize the process of cryptocurrency rate estimation. So, first of all, it is necessary to determine the factors that are most relevant.

In a fully decentralized monetary system, there is no central authority that regulates the monetary base. Instead, currency is created by the nodes of a peer-to-peer network. The Bitcoin generation algorithm defines, in advance, how the currency will be created and at what rate. Any currency that is generated by a malicious user that does not follow the rules will be rejected by the network and thus is worthless.

Taking Bitcoin as an example, it is proper to mention that its value assessment is very similar to gold. That is to say, it has a finite supply and two main factors that estimate its price: Demand and supply. That means that the eventual price for which you buy your Bitcoins includes these two significatives.

Finite supply (in Bitcoin) implies that the amount of all coins ever generated in the network cannot exceed 21 million. Bitcoins are created each time a user discovers a new block. The rate of block creation is adjusted every 2016 blocks to aim for a constant two-week adjustment period (equivalent to 6 per hour.) The number of Bitcoins generated per block is set to decrease geometrically, with a 50% reduction every 210,000 blocks, or approximately four years. The result is that the number of bitcoins in existence is not expected to exceed 21 million.

Demand and supply are two inseparable factors that are fully responsible for the eventual price for which one buys Bitcoins (excluding the fees of the exchange). However, if to consider them apart from each other we can discern ‘Supply’ as mining profitability and ‘Demand’, simply, as demand on the cryptocurrency market.

2.1.1 Mining profitability

As stated earlier, cryptocurrencies, such as Bitcoins, are mined. Mining industry is already a mature market, where everyone has his roles. Manufacturers of mining equipment aim to give their customers the best product for the best price. While miners (people who earn money by means of mining) seek the cheapest prices for electricity and mining equipment. Especially, this is the reason for such popularity of mining in Ukraine and Russia, because electricity is much cheaper there, rather than in Europe or USA.

Specifically, the ‘prime cost’ of mining defines the price of the entire coin. It is affected by many factors, but here are the most prevalent once:

1) Price of mining equipment

2) The ‘balance’ between mining complexity and the eventual price of the coin.

Price of mining equipment directly hinges on current mining profitability. In such manner, if mining difficulty has increased more than the rate of the coin – miners' profits decrease, so does the price for mining equipment. That means that the 'balance' between mining difficulty and the market price of the coin is the foremost factor.

The difficulty of mining increases along with the growing amount of transactions within the network. A continuous upward curve (Fig. 2.1) confirms the fact that Bitcoins popularity has grown significantly since 2009.

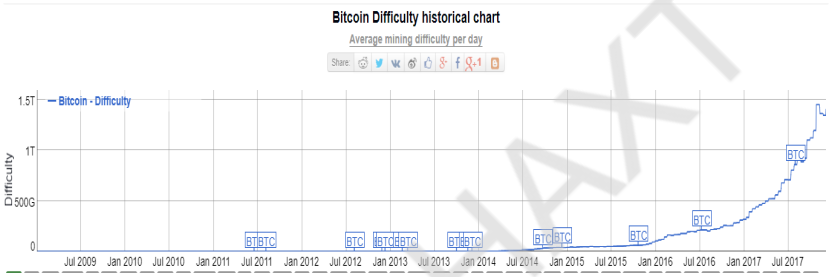


Fig. 2.1. Bitcoin's difficulty chart

The price chart (Fig. 2.2) looks similar to difficulty graph, at first glance. However, they are different. So, at some moments, a price can skyrocket, while difficulty – not. Mining is extremely profitable at such moments. Or, contrariwise, the price drops, while difficulty increases. At these moments mining becomes less profitable and the cost of mining equipment falls as well.

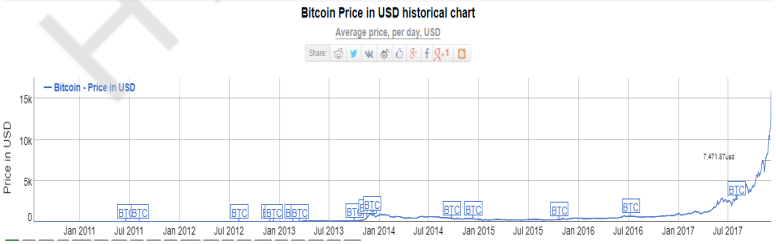


Fig. 2.2. Bitcoin's price chart

The profits of mining are one of the top two factors that are extremely important when dealing with the development of a program that calculates the price of cryptocurrency.

2.1.2 Cryptocurrency demand on the market

It is obvious, that there is no sense in mining a cryptocurrency that is not in the demand. At a certain point, Bitcoin is the most popular, due to both: market capitalization and price of a single coin.

As stated earlier, most cryptocurrencies are extremely volatile, meaning that their price changes very rapidly. The number one factor affecting the demand to cryptocurrency is the news feed, so the program must analyze the selection of news, basing on which it will be able to catch on the opinions among crypto holders. This is the solution to successful cryptocurrency rate estimation.

The best way to grasp the idea of how cryptocurrency is affected by certain news is to give some examples.

"China banned ICO." Once this news spread on the Internet, the rates of two major cryptocurrencies, Bitcoin and Ethereum, have fallen notably. ICO (Initial Coin Offering) is a variety of crowdfunding. The main difference is that it is done autonomously on Ethereum'sblockchain. It is obvious that this news has strongly affected the rate of Ethereum, itself, because the usability of ICO has decreased on the side of Chinese people, who make up a great part of users. However, Bitcoin's rate was impacted as well. And that's the main point – cryptocurrency sphere is so young and unsettled that any negative news can affect the most popular representatives of the sphere. Suchwise, Bitcoin's price was compromised as well.

"Japan has accepted Bitcoin in legal terms." This is the example of how news can positively affect the price of the number one cryptocurrency. First of all, because the amount of transactions on the side of Japanese increases, due to enlarged cryptocurrency market in the country of Japan: more Bitcoin-related services, more stores accepting Bitcoin, etc. Secondly, because this news is a great possibility for crypto holders to enlarge their profits. That's why once it emerged on the Internet,traders started buying Bitcoins, expecting the price to skyrocket. Eventually, the whole event have resulted in great expansion growth of Bitcoin market.

2.2 An overview of existing cryptocurrency trading bots

Cryptocurrency trading bot is a program or set of programs that is used by traders to supremely automate the process of cryptocurrency trading with the aim to expand the trading profits. For the most part, trading bots are programs based on AI (Artificial Intelligence).

AI is a machine that learns from the collective wisdom of crowd. Since AI is taking over the hedge fund industry in the legacy financial

system, the rush of hedge funds into the cryptocurrency space is inevitably bringing AI trading technology into the crypto markets as well.

First of all, it is necessary to define the term of Bot. Bots are a unique form of AI. Bots use machine learning and data to improve themselves over time. As people interact with them and use them for more tasks, the bots learn, so to speak.

Some bots make the process easier by providing an up-to-date information to its users, in such way, help traders to stay in the loop all the time. In some ways, they are similar to an RSS or news feed for cryptocurrency updates.

Other bots offer additional tools and functions. For instance, a user can use a Bitcoin calculator with a standard financial calculator to do conversions, simply by interacting with a bot. The bot gives an opportunity to see recent trends to make informed predictions and see what other traders have been trading and how much.

Market making is yet another strategy that some trading bots carry out. The market maker is a firm, company or an individual that stands ready to buy and sell stock on a regular and continuous basis at a publicly quoted price. Market maker quotes both a buy and a selling price in a financial instrument or commodity held in inventory, hoping to make a profit on the bid-offer spread.

2.2.1 Cryptocurrency bots that are available on the Internet

There is a great variety of cryptocurrency bots on the Internet. All of them differ in price: some are quite expensive, while others are even free for the users. Trading bots vary greatly in the quality of the software developed for the trading cryptocurrency. Obviously enough, that free bots offer trading of less quality than those for which user should pay.

Haasbot (Fig. 2.3) is one of the most popular representatives of trading bots. HaasOnline Software is dedicated to providing advanced cryptocurrency related trading software to its customers. In order to use this software, a user should only pay in Bitcoins. The price varies from 0.12 BTC to 0.32 BTC, what is more, is that users are obliged to pay every three months.

This trading bot provides a big variety of features. Some of them are:

- Arbitrage trading. Users are given an opportunity to make profits from price differences between different linked cryptocurrency pairs.
- 24/7 trading. A bot is not a human, it doesn't need to sleep and rest. So, the trading is carried out 365 days a year.

- Fully programmable script bots. This allows programmers to use the Haasbot framework and develop fully customized bots that work exactly how they want them to.

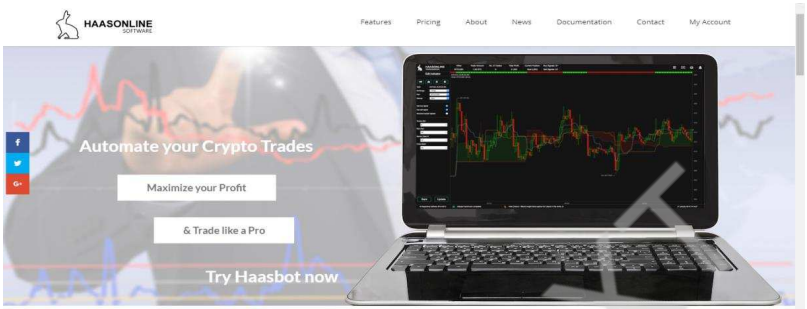


Fig. 2.3. "Haasbot" interface

Cryptotrader (Fig. 2.4) is a trading bot that specializes in cloud trading. It is a good choice for novice users because they do not need to install any specific software on his/her PC. Everything is done by means of the internet, 'in the cloud'. In this way, cryptotrader bot provides one of the easiest ways to start trading for beginners.



Fig. 2.4. "Cryptotrader" interface

2.2.2 Disadvantages of the existing cryptocurrency trading bots

As stated above, there is a wide abundance of cryptocurrency trading bots. Each of them is able to provide users with a certain variety of features, including arbitrage trading, 24/7 trading, etc. The best thing about every trading bot is that it is a program that does not imply human emotions, that very recently hinder traders from earning high profits. With

cryptocurrency bots, users are also given the possibility to set their own strategies and follow them.

However, the greatest disadvantage of existing trading bots is that a newcomer (a person who is absolutely new to the sphere, in our case it's the sphere of cryptocurrency) is unable to make use of them, due to the fact that he/she has no experience, thus he/she doesn't know when and how will a certain cryptocurrency react to market tendencies and the appearing news.

The existing trading bots can only be used by actual traders, who are able to come up with certain trading strategies and 'scrypt' them in the software of the bot. So, still, it is people, not machines, who analyze the market, basing on the overall situation and specific news. What every trading bot requires is a kind of an exterior program, a function of which is to analyze the news feed and doing so take the gauge of the current situation on the cryptocurrency market.

The aim of the graduate work is to design an algorithm that would be able to:

- Estimate the overall situation on the cryptocurrency market.
- Analyze the direction in which the price of a certain cryptocurrency is moving.

All these features can work in the right way when and only when the program is supplied with algorithms, by means of which, it is able to read and analyze the newsfeed, namely the title of cryptocurrency-related news.

2.3 Algorithm for cryptocurrency rate estimation, by means of sentiment analysis

NLP is not yet developed enough. Although it is used in almost every application, nowadays, it is rarely performed at a high level.The work named "SentiStrength" [5] states that sentiment analysis is the task of identifying positive and negative opinions, emotions and evaluations in the text. Companies mostly use natural language processing applications, such as sentiment analysis, to identify opinions online to help them understand what customers think about their products and services. Sentiment analysis is exactly what will help solve the issue of estimating cryptocurrency rate by means of processing a huge data of cryptocurrency-related news and eventually get to know the sentiments of people, regulators, etc, considering the sphere of cryptocurrency, or specific representatives of it.

2.3.1 Introduction to sentiment analysis algorithm for processing cryptocurrency-related news titles

First and foremost, it is necessary to define the input and the output of the program – the steps between which the most significant part of the

program is executed. As stated earlier, the software will analyze the titles of news related to cryptocurrency, which will, basically, be the input of the program – a String variable, containing a certain news title. While, the output is an Integer variable that, in terms of the program, represents a contingent estimation of a certain cryptocurrency.

The following algorithm is inspired by the book of Thelwall M., Buckley K., Paltoglou G., Cai D., Kappas A. – "Sentiment strength detection in short informal text" [6].In order to examine the sentiment analysis algorithm, it is proper to go through the steps of a program that are performed between input and output (Fig. 2.5).

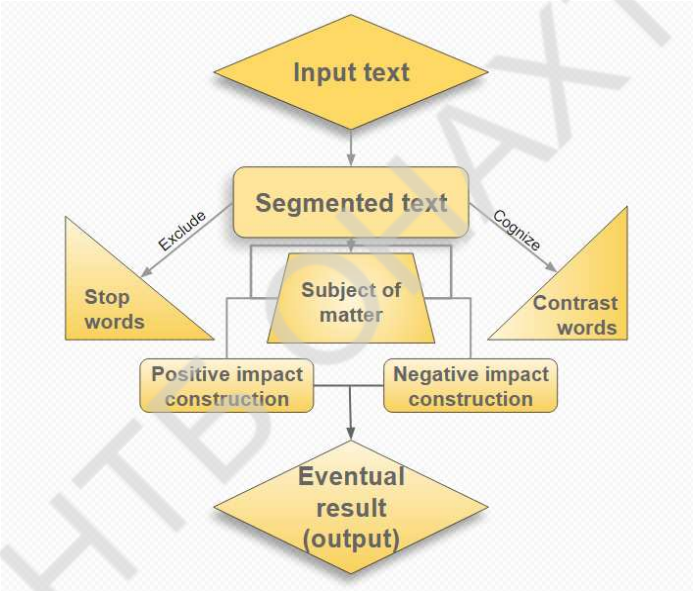


Fig. 2.5. Scheme of sentiment analysis algorithm

- Input text – a title of cryptocurrency-related news. Data that is to be analyzed by the program.
- The segmented text is the same piece of news, but it no longer contains commas, periods or any other punctuation marks. The goal of this stage is to furnish an array of split words all of which were found in the input text.
- Stop words are common words such as: For, on, to, as, with. In computing, "stop words" is a certain term that refers to words that are

filtered out before or after natural language processing language data (text). There is no one universal list of such words because every software is oriented on different functions. In case of sentiment analysis, most prepositions can be ignored, because it is the 'keywords' most that matter when you need to get the picture of the opinion stated in a certain message.

- Contrast words are prepositions such as: but, yet, however, although. In fact, this is the only type of prepositions that are never to be ignored when dealing with sentiments. These are linking words that are used when a sentence is composed of two parts with opposite ideas, thus, can be considered as two separate sentences with different premises. That is why it is important for the program to cognize these words before the text is analyzed on negative or positive message.
- A subject of the matter is a cryptocurrency, an exchange or a technology that is being discussed in the topic. For example: 'CEX.IO' (cryptocurrency exchange), 'Blockchain' – decentralized technology, Ether – cryptocurrency, Dash – cryptocurrency. The list of such words will be added to the database of the program in advance.
- Positive impact construction is a certain part of the sentence, a program should seek out, that brings a positive sense to the subject of matter.
- Negative impact construction is a certain part of the sentence, a program should seek out, that brings a negative sense to the subject of matter. It is important to note that a single piece of news, at one time, can carry positive and negative intention to different subjects of matter, or, on the other hand, can lack one of the constructions, as well. The only excluded case is when the news topic lacks both: positive and negative constructions. In case it happens, the program ignores the input text, because of it, in no case, affects some cryptocurrencies' rates.
- The eventual result (output) is the displayed by program data that reveals two parameters: cryptocurrency (or cryptocurrencies) affected and a contingent, in terms of program, estimation rate.

2.3.2 Examples of how software processes input data

Let's assume that program received the following input text: "Bitcoin skyrockets dramatically, while Ether dips down". As stated earlier, the initial stage is text segmentation. It is provided in order to get rid of all punctuation in the text and lowercase the letters: "bitcoin skyrockets dramatically while ether dips down." After this, the program checks the text for the stop words, but this specific example does not contain such. However, it has a contrast word "while", which will be cast aside by the

program. The next stage is to single out the subjects of matter, two of which in the example are: “Bitcoin” and “Ether”. At this stage, the text is prepared to be analyzed for the semantic constructions. The positive is: “bitcoin skyrockets”, while the negative is: “ether dips down”. Basing on this, the program reveals following results: Bitcoin + 1; Ether – 1; The estimation is contingent, so it only reflects whether the news topic was negative or positive. However, after processing a big data of texts, these scores are calculated and provide authentic results.

Here is another example, which is less obvious. Input text: “Coinbase Halts Litecoin, Ether Trades as Prices Spike”. The stop word is “as”, which will further be ignored, by the program. This example does not contain any contrast words. Subjects of matter are “Coinbase” (cryptocurrency exchange), “Litecoin” (cryptocurrency), “Ether” (cryptocurrency). This title contains both negative and positive constructions, moreover, they refer to both cryptocurrencies at the same time. Positive impact construction: “prices spike”. Negative impact construction: “Coinbase halts Litecoin Ether”. The fact that cryptocurrency exchange prevents users from trading these two cryptocurrencies contains a negative message. However, their prices spike. So, the eventual result of the program is Ether +1; Litecoin +1; Ether -1; Litecoin -1.

Conclusion

Text mining is a special type of strategy and practice that applies the principles of data mining to text. It is an automated process that helps us to detect and reveal previously uncovered patterns of textual data. Sentiment analysis, on the other hand, helps us to extract the attitudes, moods, and opinions of individuals and groups from text data and content.In this work we used Sentiment Analysis for predicting the price of cryptocurrency.

Basing on distinguishing features of the notion of cryptocurrency, the sphere of it and existing helping tools, and sentiment analysis algorithm will help in the creation of software that will serve as a helping tool for existing cryptocurrency trading bots in predicting the price of cryptocurrency much more accurately, all by virtue of linguistic analysis.

In this work, the author analyzed the definition of cryptography, scope and legal aspects of different countries regarding cryptocurrencies. We described the factors influencing the growth rate of cryptocurrencies, and the existing software programs for the trading cryptocurrency.

In this work, we detailed presented an overview of the approaches to solving the problem. For each approach, the concept, the main characteris-

tics and the existing advantages and disadvantages of these approaches were given.

The main task was to develop an algorithm for assessing the crypto foreign exchange rate by analyzing the tone of news messages. This task was successfully completed and worked out in detail, examples of the future program work are given.

References

1. Satoshi Nakamoto, Phil Champagne. The Book of Satoshi: The Collected Writings of Bitcoin Creator Satoshi Nakamoto. – e53PublishingLLC, 2014.

2. Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-PeerElectronicCashSystem: [Electronic media]. – Access mode: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

3. Dash (cryptocurrency): [Electronic media]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Dash_(cryptocurrency)

4. Legality of bitcoin by country or territory: [Electronic media]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Legality_of_bitcoin_by_country_or_territory

5. Senti Strength – sentiment strength detection in short texts. // http://sentistrength.wlv.ac.uk/#About, 28.11.2012.

6. Thelwall M., Buckley K., Paltoglou G., Cai D., Kappas A. Sentiment strength detection in short informal text // Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010.

НТБ СНАХТ

INVESTIGATION OF CODE-BASED CRYPTOGRAPHIC TRANSFORMATIONS AND DIGITAL SIGNATURE SCHEMES

Author – Kiian A.
Supervisor – Svatovskyi I.
V. N. Karazin Kharkiv National University

The paper considers asymmetric crypto-transformations based on the use of algebraic block codes, analyzes the possibilities of using them to improve the confidentiality of information transmission, explores the principles of functioning and the existing contradictions, as well as the prospects for practical use of algorithms for the post-quantum period. A scheme for the formation and verification of the electronic digital signature CFS, as well as an alternative to this scheme, similar to it in terms of design characteristics, is described. Comparative characteristics of the considered algorithms of crypto-transformations are given, their potentially achievable indicators, advantages and disadvantages are analyzed in practical implementation.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И СХЕМ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ КОДОВ

Автор – Киян А.С.
Руководитель – Сватовский И.И.
Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина

Введение

Электронная цифровая подпись (ЭЦП) является цифровым эквивалентом подписи (печати, штампа и пр.), наличие которого в сообщении позволяет с высокой точностью определить источник сообщения (документа) и юридически доказать, что, с определенной вероятностью, только он мог создать и подписать этот документ [1, 2].

НТБОНАХ

С целью формирования ЭЦП на сегодняшний день используются различные криптографические механизмы и протоколы, в которых задача поиска секретного ключа по известному открытому ключу связана с решением известной и чрезвычайно сложной математической задачи(например, факторизации, дискретного логарифмирования, дискретного логарифмирования в группе точек эллиптической кривой). Однако квантовые вычисления позволяют существенно ускорить решение многих математических задач. Например, применение алгоритма Гровера позволяет найти за приемлемое время все простые множители в системе RSA, т. е. найти секретный ключ и/или подделать ЭЦП без знания секретного ключа [3].

Появление квантовых компьютеров, разработкой которых в настоящее время занимаются известные мировые компании такие, как Google, IBM и D-WaveSystems, способно в корне изменить представление об информационной безопасности. По этой причине Национальный Институт Стандартов и Технологий США (NIST) в конце 2016 года объявил открытый конкурс с целью принятия в течение пяти-семи лет новых пост-квантовых стандартов, в частности стандартов электронной цифровой подписи. Это обуславливает актуальность разработки, исследования и обоснования рекомендаций по практическому использованию новых криптосистем, устойчивых как к классическому, так и к квантовому криптоанализу [5, 7].

В настоящее время исследования в области пост-квантовой криптографии ведутся по пяти основным направлениям [5]. Одно из данных направлений основывается на использовании помехоустойчивого кодирования и, в частности, алгебраических блоковых кодов [6, 9]. При использовании подобных систем обеспечивается высокая скорость криптографического преобразования, стойкость к атакам, проводимым с использованием обычных и квантовых компьютеров, а также возможность дополнительного контроля возникающих ошибок [6, 9].

Объектом данного исследования являются теоретические основы, на которых базируется построение наиболее известных кодовых криптосистем Мак-Элиса и Нидеррайтера, а также схемы цифровой підписи CFS (Courtois, Finiasz, Sendrier) [4, 7, 8]. Предметом исследования, в свою очередь, являются алгоритмы функционирования вышеназванных систем, их достоинства и недостатки, а также возможности модификации для улучшения характеристик.

1. Исследование несимметричных криптографических преобразований с использованием алгебраических блоковых кодов

Для полноценного понимания функционирования схем электронной цифровой подписи, которые базируются на применении помехоустойчивого кодирования, необходимо рассмотреть принципы построение кодовых криптосистем, элементы которых используются для формирования подписи. В данной работе исследование будет ограничено рассмотрением криптографических систем Мак-Элиса и Нидеррайтера [4, 8].

1.1. Анализ принципов построения криптосистемы Мак-Элиса

В 1978 году Мак-Элисом (McEliece) была предложена первая криптосистема на алгебраических блоковых кодах[4]. В ее основе лежит маскирование быстрого правила декодирования посредством матричного умножения порождающей матрицы алгебраического блокового кода на случайные невырожденные матрицы (секретный ключ). Полученный результат (открытый ключ) представляет собой порождающую матрицу, имеющую вид случайно выбранных линейно независимых векторов. Злоумышленник, имеющий только открытый ключ, вынужден использовать сложный алгоритм неалгебраического декодирования. Уполномоченный пользователь, знающий секретный ключ, снимает действие маскирования и применяет быстрый алгебраический алгоритм декодирования [4].

Введем следующие обозначения. Зафиксируем конечное поле $GF(q)$. Пусть G – порождающая матрица алгебраического (n,k,d) кода над $GF(q)$, X – невырожденная $k \times k$ матрица с элементами из $GF(q)$, P и D – перестановочная и диагональная $n \times n$ матрицы.

Матрица $G_X = X \cdot G \cdot P \cdot D$ является открытым ключом, маскирующие матрицы X, P и D являются секретным ключом. Криптограммой является искаженное ошибкой e кодовое слово $c_X^* = I \cdot G_X + e$, причем вес Хемминга вектора ошибок удовлетворяет ограничению

$$w_h(e) \le t = \left\lfloor \frac{d-1}{2} \right\rfloor.$$

Вектор $c_X = I \cdot G_X$ является кодовым словом замаскированного кода, т.е. c_X принадлежит (n,k,d) коду с порождающей матрицей G_X, I – k-разрядный информационный вектор над $GF(q)$ [7].

Не зная матрицы X, P и D злоумышленник не может восстановить матрицу G и воспользоваться алгоритмом декодирования полиномиальной сложности. Из этих соображений величину $w_h(e)$ следует максимизировать. Например, при $w_h(e) = t$ обеспечивается наивысший уровень стойкости кодовой криптосистемы для заданных параметров n, k, q.

Уполномоченный пользователь, получив вектор c_X^*, строит вектор $\vec{c}^* = c_X^* \cdot D^{-1} \cdot P^{-1}$. Используя алгоритм полиномиальной сложности, он может декодировать вектор $\vec{c}^* = I' \cdot G + e'$, т.е. найти I'. Затем он вычисляет k-разрядный информационный вектор $I = I' X^{-1}$.

Таким образом, в криптосистеме Мак-Элиса основным средством маскировки линейного блокового *(n, k, d)* кода под линейный случайный код (код общего положения) являются матрицы *X, P, D*. Дополнительным секретным параметром, который можно использовать в случае кодов Гоппы, является многочлен Гоппы*G(x)*, или, в более широком смысле, вектор $Y = (Y_0, Y_1, \ldots, Y_{n-1})$ в случае альтернантных кодов [6]. Изменение шаблона не снижает конструктивных кодовых характеристик, т.е. с точки зрения криптографического преобразования не приведет к снижению безопасности. Однако знание вектора-шаблона $Y = (Y_0, Y_1, \ldots, Y_{n-1})$(или многочлена *G(x)*) является необходимым для правильного декодирования информационного сообщения, т.е. для корректного расшифрования на приемной стороне.

1.2. Изучение основ функционирования теоретико-кодовой схемы Нидеррайтера

Альтернативным примером криптосистем на кодах является схема Нидеррайтера [8]. Открытым ключом в этой криптосистеме есть матрица

$$H_X = X \cdot H \cdot P \cdot D, \tag{1.2.1}$$

где H – проверочная матрица алгебраического (n, k, d) кода над $GF(q)$ (в оригинальной статье предлагалось использовать обобщенные коды Рида-Соломона), X – невырожденная $(n-k)\times(n-k)$ матрица с элементами из $GF(q)$ P и D – перестановочная и диагональная $n \times n$ матрицы (для двоичных кодов используется только матрица P).

Матрицы X, P и D (как и для криптосистемы Мак-Элиса) являются секретным ключом, который маскирует используемый алгебраический блоковый код под случайный код (код общего положения), т.е. открытый ключ (1.2.1) представляется злоумышленнику как

случайно сформированнаяпроверочная матрица некоторого линейного кода, для которого неизвестен алгоритм быстрого декодирования. Напротив, уполномоченный пользователь, знающий секретный ключ (матрицы X, P и D), может снять действие маскирующих матриц и воспользоваться быстрым алгоритмом декодирования алгебраического кода с проверочной матрицей H [7].

Криптограмма s_X представляет собой вектор длины $(n-k)$ и вычисляется по правилу

$$s_X = e \cdot H_X^T, \qquad (1.2.2)$$

где вектор e – вектор длины n и веса $w_h(e) \le t$, который несет конфиденциальную информацию (информационное сообщение, подлежащее зашифрованию). Наибольшая стойкость обеспечивается при $w_h(e) = t$.

Для расшифрования криптограммы s_X выполняются следующие действия. Уполномоченный пользователь (имеющий секретный ключ) находит одно из q^k решений выражения $s_X = c_X^* \cdot H_X^T$. Найденное решение является кодовым словом с ошибками

$$c_X^* = I \cdot G_X + e.$$

Далее, как и в схеме Мак-Элиса, уполномоченный пользователь строит вектор

$$\bar{c}^* = c_X^* \cdot D^{-1} \cdot P^{-1}$$

и декодирует полученное слово. Однако, вместо восстановления информационного слова I', он вычисляет кодовое слово $c' = I' \cdot G$, а затем и вектор ошибок $e' = \bar{c}^* - c'$. На последнем шаге производится вычисление вектора $e = e' \cdot P \cdot D$, который несет конфиденциальную информацию [8].

Расшифрование s_X может быть выполнено и по следующей схеме. Сначала заметим, что выражение (1.2.2) можно переписать в виде

$$s_X{}^T = H_X \cdot e^T. \qquad (1.2.2^*)$$

В этом случае, уполномоченный пользователь (имеющий матрицы X, P и D) для расшифрования криптограммы вычисляет вектор

$$s_X^{*T} = X^{-1} \cdot s_X{}^T = X^{-1} \cdot H_X \cdot e^T = H \cdot P \cdot D \cdot e^T = H \cdot \bar{e}^T,$$

значение которого зависит от вектора

$$\bar{e}^T = P \cdot D \cdot e^T.$$

Вектор $s_X^{*T} = H \cdot \bar{e}^T$ представляет собой синдром, вычисленный попроверочной матрице H алгебраического (n,k,d) кода, т.е. алгоритм быстрого (алгебраического) декодирования позволяет найти вектор $\bar{e}^T$.После этого уполномоченный пользователь снимает действие матриц маскирования P, D и находит вектор

$$e^T = D^{-1} \cdot P^{-1} \cdot \bar{e}^T = D^{-1} \cdot P^{-1} \cdot P \cdot D \cdot e^T.$$

Подводя итог, можно сказать, что в криптосистеме Нидеррайтера основным средством маскировки линейного кода под случайный код являются (как и в криптосистеме Мак-Элиса) матрицы *X, P, D*. Если использовать коды Гоппы, тогда многочлен *G(x)* может выступать дополнительным секретным параметром [8].

1.3. Сравнительный анализ криптосистем Мак-Элиса и Нидеррайтера

Проведя анализ особенностей рассмотренных систем, можно заметить, что у теоретико-кодовой схемы Мак-Элиса существует ряд преимуществ. Во-первых, это возможность совмещать криптографическое преобразование с контролем возникающих ошибок. Действительно, если при формировании криптограммы использовать случайный вектор ошибок *e*, веса *w(e)< t*, тогда появляется возможность одновременно с криптографическим преобразованием данных контролировать ошибки в пределах исправляющей способности. Во-вторых,следует обратить внимание на высокую скорость криптографического преобразования в схеме Мак-Элиса, которая на 3-5 порядков превосходит скорость шифрования в системе RSA (при сопоставимых показателях стойкости). Третье и, очевидно, одно из важнейших положительных свойств криптосистемы Мак-Элиса состоит в высокой устойчивости к квантовомукриптоанализу. По сравнению с другими несимметричными криптосистемами, например, с RSA, сложность квантовогокриптоанализа кодовой криптосистемы с увеличением ее параметров возрастает очень быстро. Фактически сложность криптоанализапри использовании квантовых алгоритмов сопо-

НТБОНАХТ

ставима с решением переборных задач поиска эквивалентных ключей симметричных шифров [5].

Стойкости криптосистем Мак-Элиса и Ниддерайтера эквивалентны и эффективную атаку на одну из схем можно легко трансформировать в атаку на другую схему. В этом смысле оценки стойкости криптосистемы Мак-Элиса справедливы и по отношению к криптосистеме Ниддерайтера. Другие характеристики этих криптосистем (скорость шифрования/расшифрования, объемы закрытого и открытого ключа) также сопоставимы.

Очевидным преимуществом теоретико-кодовой схемы Нидеррайтера по сравнению с криптосистемой Мак-Элиса является потенциальноббо́льшая относительная скорость передачи данных.

Однако, несмотря на все преимущества рассмотренных схем, стоит выделить недостатки, с которыми сталкиваются разработчики при практическом их применении. Первой конструктивной проблемой являются значительные объемы ключевых данных. В связи с возможностью использования квантовых вычислительных систем эти объемы придется значительно увеличить (примерно в четыре раза). Ключи в кодовых схемах – это генераторные (порождающие и/или проверочные) матрицы линейного кода, которые должны выглядеть для злоумышленника как случайный набор линейно независимых векторов. Сжать или каким-то образом уменьшить этот набор не представляется возможным. В качестве второй проблемы можно выделить низкую относительную скорость передачи данных. Последняя проблема частично решается с использованием «гибридной» схемы, запатентованной в 2017 году [9, 10].

2. Анализ алгоритмов формирования электронной цифровой подписи, основанных на алгебраических кодах

2.1. Исследование схемы формирования ЭЦП CFS

Схема CFS, названная по инициалам своих создателей Courtois, Finiasz и Sendrier, является первым известным алгоритмом формирования и проверки ЭЦП с использованием алгебраических кодов, основана на криптосистеме Нидеррайтера. Оценка стойкости данного алгоритма против подделки подписи может быть сведена к оценке сложности решения задачи синдромного декодирования. Знание секретного ключа позволяет декодеру решить эту задачу для некоторой доли случайных кодовых слов. В алгоритме CFS реализован принцип, который заключается в многократном хешировании доку-

мента, рандомизированного счетчиком битовой длины r, пока не будет получен правильно выделенный синдром. Подписавшийся использует свой секретный ключ для определения соответствующего вектора ошибок. Вместе с текущим значением счетчика этот вектор ошибок используется в качестве подписи [7].

Алгоритм формирования подписи согласно данной схемы можно формализовано представить следующим образом:

Шаг 1. Хеширование открытого текста M, т.е. вычисление хеш-кода $h(M)$. Присваивание переменной i значения $i=1$;

Шаг 2. Вычисление хеш-кода $h(h(M)\|i)$, где $h(M)\|i$ – конкатенация (объединение) значений $h(M)$ и i, представленных в виде битовых последовательностей;

Шаг 3. Значение $h(h(M)\|i)$ интерпретируется как синдромная последовательность $s_X=(s_0,s_1,...,s_{n-k-1})$, вычисленная для некоторого (произвольного) кодового слова и вектора ошибок $e=(e_0,e_1,...,e_{n-1})$, т.е. предполагается выполнение равенства (1.2.2*) для соответствующего открытого ключа $H_X=X\cdot H\cdot P$;

Шаг 4.Вычисление значение вектора:

$$s_X^{*T}=X^{-1}\cdot s_X{}^T,$$

который (как предполагается) представляет собой синдром, вычисленный по проверочной матрице H алгебраического (n,k,d) кода, т.е. предполагается, что

$$s_X^{*T}=X^{-1}\cdot s_X{}^T=X^{-1}\cdot H_X\cdot e^T=H\cdot P\cdot e^T=H\cdot\bar{e}^T$$

и алгоритм быстрого декодирования позволит найти вектор $\bar{e}^T=P\cdot e^T$;

Шаг 5. Для синдромной последовательности s_X^* реализуется выполнение быстрого алгоритма декодирования:

если декодирование успешно – выводится найденный вектор ошибок $\bar{e}^T=P\cdot e^T$, который соответствует вектору s_X^*;

если декодирование не успешно – выдается сообщение о невозможности найти вектор ошибок $\bar{e}^T=P\cdot e^T$ для введенного вектора s_X^*. Присваивание переменной i значения $i=i+1$ и переход на Шаг 2;

Шаг 6. Вычисление вектора

$$e^T=P^{-1}\cdot\bar{e}^T=P^{-1}\cdot P\cdot e^T;$$

Шаг 7. Формирование ЭЦП по схеме CFS $Y=(e,i)$ для открытого текста M.

Таким образом, в результате выполнения рассмотренного алгоритма формирования ЭЦП по схеме CFS, вычисляется такое наименьшее положительное целое число i, для которого значение $h(h(M)\|i)$, интерпретируемое как синдромная последовательность $s_X=(s_0,s_1,...,s_{n-k-1})$, соответствует вектору ошибок $e=(e_0,e_1,...,e_{n-1})$, т.е. формально запишем:

$$Y=(e,i): H_X\cdot e^T=\left(h(h(M)\|i)\right)^T. \quad (30)$$

Задача вычисления вектора $e=(e_0,e_1,...,e_{n-1})$ по известному вектору $h(h(M)\|i)$ сопряжена с решением задачи декодирования (n,k,d) кода:

для уполномоченного пользователя (знающего секретный ключ) это вычислительно простая задача (полиномиальной сложности);

для злоумышленника (знающего только открытый ключ) это вычислительно сложная задача декодирования случайного кода (относящаяся к классу сложности NP-полных задач).

Для верификации (проверки правильности ЭЦП $Y=(e,i)$ сообщения M) необходимо убедится в том, является ли результат хеширования $h(h(M)\|i)$ синдромной последовательностью, вычисленной по вектору $e=(e_0,e_1,...,e_{n-1})$ (который интерпретируется как вектор ошибок)[10].

2.2. Изучение альтернативного алгоритма формирования цифровой подписи

Схема формирования и проверки ЭЦП, запатентованная в 2017 году, использует одностороннюю функцию из схемы Мак-Элиса. Для этого подписываемое информационное сообщение M (его сжатый образ) непосредственно связывается со значением c_X^* и только уполномоченный пользователь, знающий секретные матрицы X и P в $G_X=X\cdot G\cdot P$, сможет применить быстрый (полиномиальной сложности) алгоритм декодирования для нахождения векторов I и e. Эти вектора совместно со вспомогательной информацией (значение счетчика i) составляют подпись $Y=(I,e,i)$ сообщения M. Для проверки (верификации) подписи достаточно владеть открытым ключом (матрицей G_X) – для этого достаточно вычислить c_X^* и сравнить его с сжатым образом информационного сообщения. Таким образом, вычислить c_X^* по извест-

НТБОНАХТ

ным G_X, I и e (проверить ЭЦП) вычислительно легко (полиномиальная сложность), а найти I и e по известным G_X и c_X^* (сформировать ЭЦП) чрезвычайно сложно (NP-полная задача) [11].

Реализация предлагаемой схемы формирования и проверки ЭЦП осуществляется в соответствии со следующими алгоритмами.

1. Системные параметры: $m, t \in N$;

2. Генерация ключа: генерация пары ключей как в криптосистеме Мак-Элисана основе использования алгебраического кода из класса неприводимых кодов Гоппы. Для двоичного случая кодовые параметры связаны соотношениями: ($n = 2^m$, $k = n - mt$, $2t + 1$). Порождаются следующие матрицы:

матрица G: $k \times n$ – порождающая матрица алгебраического кода с исправляющей способностью t ошибок,

матрица X: $k \times k$- случайная обратимая матрица,

матрица P: $n \times n$- случайная матрица перестановок;

В случае применения недвоичных кодов используется также матрица D: $n \times n$- случайная диагональная матрица.

Открытый ключ: матрица $G_X = X \cdot H \cdot P \cdot D$ (для двоичного случая $G_X = X \cdot H \cdot P$) и число t(исправляющая способность кода).

Секретный ключ: матрицы X, P и, для недвоичного случая, матрица D Быстрый (полиномиальной сложности) алгоритм декодирования алгебраического кода.

Алгоритм декодирования позволяет по введенному кодовому слову с ошибками $c_X^* = (c^*_0, c^*_1, ..., c^*_{n-1})$ в случае успеха декодирования найти вектор ошибок $e = (e_0, e_1, ..., e_{n-1})$ и вектор $I = (I_0, I_1, ..., I_{k-1})$, причем $c_X^* = I \cdot G_X + e$. В противном случае (если декодирование не удалось) алгоритм выдает отказ в декодировании вектора $c_X^* = (c^*_0, c^*_1, ..., c^*_{n-1})$, т.е. по такой последовательности алгоритм не может найти вектор ошибок $e = (e_0, e_1, ..., e_{n-1})$ и вектор $I = (I_0, I_1, ..., I_{k-1})$.

3. Формирование подписи

Вход:

h – функция хеширования, которая применяется к входным данным x (аргументу функции) произвольной длины. Результатом хеширования является хеш-код $h(x)$ длины n кодовых символов (для двоичных кодов – n бит);

быстрый (полиномиальной сложности) алгоритм декодирования алгебраического кода, который применяется ккодовому слову с

ошибками $c_X^* = (c*_0, c*_1, ..., c*_{n-1})$. Предполагается, что в результате выполнения алгоритма декодирования возможны две ситуации:

если декодирование успешно – выводятся векторы $e = (e_0, e_1, ..., e_{n-1})$ и $I = (I_0, I_1, ..., I_{k-1})$, которые соответствует вектору $c_X^* = (c*_0, c*_1, ..., c*_{n-1})$;

если декодирование не успешно – выдается сообщение о невозможности найти векторы $e = (e_0, e_1, ..., e_{n-1})$ и $I = (I_0, I_1, ..., I_{k-1})$ для введенного вектора $c_X^* = (c*_0, c*_1, ..., c*_{n-1})$;

открытый текст M, для которого необходимо сформировать ЭЦП.

Выход:

ЭЦП Y для открытого текста M.

Предлагаемый алгоритм формирования ЭЦП (алгоритм представлен для общего случая недвоичных кодов, для двоичного случая матрица D не используется)[11]:

Шаг 1. Хешированиеоткрытого текста M, т.е. вычисление хеш-кода $h(M)$. Присваивание переменной i значения $i = 1$;

Шаг 2.Вычисление хеш-кода $h(h(M)\|i)$, где $h(M)\|i$ – конкатенация (объединение) значений $h(M)$ и i, представленных в виде двух последовательностей;

Шаг 3. Значение $h(h(M)\|i)$ интерпретируется как кодовое слово с ошибками $c_X^* = (c*_0, c*_1, ..., c*_{n-1})$, вычисленное для некоторых $I = (I_0, I_1, ..., I_{k-1})$ и $e = (e_0, e_1, ..., e_{n-1})$, причем $c = IG_X$, $c_X^* = c + e$, т.е. предполагается выполнение равенства (19) для соответствующего открытого ключа $G_X = X \cdot H \cdot P \cdot D$;

Шаг 4.Вычисление значения вектора

$$\bar{c}^* = c_X^* \cdot D^{-1} \cdot P^{-1},$$

который (как предполагается) представляет собой искаженное не более чем в t разрядах кодовое слово алгебраического (n, k, d) кода с порождающей матрицей G и его можно декодировать быстрым алгоритмом полиномиальной сложности, т.е. предполагается, что

$\bar{c}^* = c_X^* \cdot D^{-1} \cdot P^{-1} = (I \cdot G_X + e) \cdot D^{-1} \cdot P^{-1} = (I \cdot X \cdot H \cdot P \cdot D + e) \cdot D^{-1} \cdot P^{-1} = I \cdot X \cdot H + e \cdot D^{-1} \cdot P^{-1}$

и алгоритм быстрого декодирования позволит найти вектор $I' = I \cdot X$ посредством декодирования слова $\bar{c}^* = I' \cdot G + e'$, $e' = e \cdot D^{-1} \cdot P^{-1}$;

Шаг 5. Для слова $\bar{c}^* = I' \cdot G + e'$ реализуется выполнение быстрого алгоритма декодирования:

НЕ ОРИГИНАЛ

если декодирование успешно – выводятся найденные векторы $I' = I \cdot X$ и $e' = e \cdot D^{-1} \cdot P^{-1}$, которые соответствует вектору $\bar{c}^* = I' \cdot G + e'$;

если декодирование не успешно – выдается сообщение о невозможности найти векторы $I' = I \cdot X$ и $e' = e \cdot D^{-1} \cdot P^{-1}$ для введенного вектора $\bar{c}^*$. Присваивание переменной i значения $i = i + 1$ и переход на Шаг 2;

Шаг 6. Вычисление векторов

$$I = I' X^{-1} \text{ и } e = e' \cdot D \cdot P;$$

Шаг 7. Формирование ЭЦП $Y = (I, e, i)$ для открытого текста M.

Таким образом, в результате выполнения рассмотренного алгоритма формирования ЭЦП, вычисляется такое наименьшее положительное целое число i, для которого значение $h(h(M)\|i)$, интерпретируемое как кодовое слово с ошибками c_X^*, соответствует кодовому слову $c = IG_X$ и вектору ошибок e, т.е. формально запишем:

$$Y = (I, e, i) : IG_X + e = \left(h(h(M)\|i)\right). \qquad (2.2.1)$$

Задача вычисления векторов I и e по известному вектору $h(h(M)\|i)$ сопряжена с решением задачи декодирования (n, k, d) кода:

- для уполномоченного пользователя (знающего секретный ключ) это вычислительно простая задача (полиномиальной сложности);
- для злоумышленника (знающего только открытый ключ) это вычислительно сложная задача декодирования случайного кода (относящаяся к классу сложности NP-полных задач).

Для верификации (проверки правильности ЭЦП $Y = (I, e, i)$ сообщения M) необходимо убедится в том, является ли результат хеширования $h(h(M)\|i)$ кодовым словом с ошибками c_X^*, вычисленным по векторам I и e [11].

2.3.Сравнительная характеристика CFS и предлагаемой схемы

Как говорилось ранее, схема CFS базируется на криптосистеме Нидеррайтера, а в основу предложенной схемы был положен принцип, используемый в системе Мак-Элиса. Известно, что стойкость несимметричных криптосистем Мак-Элиса и Нидеррайтера эквивалентна. Таким образом, можно принять предположение о тождественности оценок стойкости соответствующих ЭЦП (по схеме CFS и по предлагаемой схеме),

Основные конструктивные характеристики предлагаемой схемы формирования и проверки ЭЦП сопоставимы с характеристиками ЭЦП по схеме CFS. При этом для высокоскоростных кодов (с $R = \frac{k}{n} > \frac{1}{2}$) объем ключевых данных схемы Нидеррайтера меньше, чем у схемы Мак-Элиса, а для низкоскоростных (с $R = \frac{k}{n} < \frac{1}{2}$) – наоборот, меньший объем ключей имеет схема Мак-Элиса. Схемы ЭЦП (предлагаемая и CFS) наследуют это свойство. Ввиду добавления в ЭЦП $Y = (I, e, i)$ вектора I битовая длина подписи больше, по сравнению со схемой CFS, на $2^m - m \cdot t$ бит.Объем ключевых данных в предлагаемой схеме определяется объемом ключевых данных несимметричной криптосистемы Мак-Элиса:

- битовая длина открытого ключа (число двоичных ячеек матрицы $G_X = X \cdot G \cdot P$)

$$l_{o.к.} = k \cdot n = (2^m - m \cdot t) \cdot 2^m;$$

- битовая длина закрытого ключа (число двоичных ячеек матрицы X плюс битовая длина n целых чисел в диапазоне $0,1,..,n-1$ для указания правила заполнения матрицы P)

$$l_{з.к.} = k^2 + n \cdot \lceil \log_2 n \rceil = (2^m - m \cdot t)^2 + 2^m \cdot m.$$

Также стоит отметить, что предлагаемая процедура верификации защищена от быстрой подделки подписи $Y = (I, e, i)$ на основе добавления произвольного кодового слова применяемого (n, k, d) кода. Так, если выбрать произвольное кодовое слово $\hat{c}$ используемого (n, k, d) кода с порождающей матрицей G_X, тогда можно попытаться подделать подпись $Y = (I, e + \hat{c}, i)$. Однако равенство (2.2.1)не будет выполняться:

$$Y = (I, e + \hat{c}, i) : IG_X + e + \hat{c} \neq \left(h(h(M) \| i)\right).$$

Это очевидное преимущество предлагаемой схемы ЭЦП дополнительно усилено введенной проверкой веса вектора e, которая предназначена для защиты от других гипотетических атак (например, одновременной подделки и вектора I и вектора e).

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что предлагаемая схема формирования ЭЦП являются реальной альтерна-

тивой первому известному алгоритму формирования подписи с использованием алгебраических кодов – CFS, поскольку их основные конструктивные характеристики сопоставимы. Кроме того, предлагаемая схема обладает достоинствами, отсутствующими у CFS (одновременное использование вектора I и вектора e).

Выводы

На основе проведенного анализа можно констатировать, что криптосистемы и схемы электронной цифровой подписи, основанные на алгебраическом кодировании, являются перспективным направлением для дальнейшего развития, поскольку предоставляют широкий спектр возможностей. Такими их достоинствами являются высокая скорость криптографического преобразования, стойкость к атакам, осуществленным на обычных и квантовых компьютерах, а также дополнительный контроль возникающих при передаче по каналу связи ошибок.

Во время проведения исследования были рассмотрены кодовые криптосистемы Мак-Элиса и Нидеррайтера, а также алгоритмы формирования и проверки ЭЦП на их основе. В частности, с использованием криптопреобразований по схеме Мак-Элиса была предложена модифицированная схема ЭЦП, которая по своим основным параметрам (длине ключей, длине подписей, стойкости) сопоставима с известной схемой CFS. Основным отличием предложенной схемы ЭЦП является способ формирования подписи: информационная последовательность (ее сжатый образ) интерпретируется не как синдром кодового слова, а как искаженное ошибками кодовое слово.

Применение предложенного способа позволяет получить весомое преимущество в том, что она позволяет защититься от быстрой подделки подписи на основе добавления произвольного кодового слова применяемого кода. Указанное преимущество дополнительно усилено введенной проверкой веса Хемминга, которая предназначена для защиты от других возможных атак на криптосистему, как, например, атаки одновременной подделки нескольких элементов подписи.

Список использованной литературы

1. Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot, Scott A. Vanstone. Handbook of Applied Cryptography – CRC Press, 1997. – 794 p.

2. ArtoSalomaa. Public-Key Cryptography, Second, Enlarged Edition. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1996. – 271 p.

3. Grover L. A fast quantum mechanical algorithm for database search. // Proceedings of the 28th annual ACM symposium on the theory of computing (STOC, 96). ACM Press, New York. – 1996. – P. 212–219.

4. McEliece R. J. A public-key cryptosystem based on algebraic coding theory. DSN Progress Report 42-44, Jet Propulsion Lab., Pasadena, CA, January-February, 1978. P. 114-116.

5. NISTIR 8105 DRAFT Report on Post-Quantum Cryptography. National Institute of Standards and Technology Internal, Report 8105, February 2016. – 15 p.

6. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / пер. с англ. В. Б. Афанасьева. – М.:Техносфера, 2006.

7. Bernstein, Daniel J., Buchmann, Johannes, and Dahmen, Erik. Post-Quantum Cryptography. – 2009, Springer-Verlag, Berlin-Heidleberg. – 245 p.

8. Niederreiter H. Knapsack-type cryptosystems and algebraic coding theory // Problem Control and Inform Theory, 1986, v. 15. P. 19-34.

9. Yu. V. Stasev, A. A. Kuznetsov. Asymmetric Code-Theoretical Schemes Constructed with the Use of Algebraic Geometric Codes // Cybernetics and Systems Analysis, Volume 41, Issue 3, May 2005, Pages 354-363.

10. Пат.116150 Україна, МПК(2017.01) H 03 M 13/00, H 03 M 13/19, G 06 F 21/72.Спосіб несиметричного криптографічного перетворення з використанням алгебраїчних блокових кодів / Кузнецов О.О., ПушкарьовА.І., СватовськийІ.І., Шевцов О. В, Кузнецов Т.Ю.; заявник та патентовласник Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна.- № 201611744;заявл.21.11.2016; опубл. 10.05.2017, Бюл № 9.

11. А.А. Кузнецов, А.И. Пушкарев, И.И. Сватовский, А.В. Шевцов Несимметричные криптосистемы на алгебраических кодах для постквантового периода // Радиотехника, 2016, Вып. 186, с. 70-90.

12. Пат. 116152Україна, МПК(2017.01) H 03 M 13/00, H 03 M 13/19, G06 F 21/64, G 06 F 17/16. Спосіб формування та перевірки електронного цифрового підпису із використанням алгебраїчних блокових кодів / Кузнецов О.О., Пушкарьов А.І., Сватовський І.І., Шевцов О. В, Кузнецов Т.Ю.; заявник та патентовласник Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна. – № 201611784; заявл. 21.11.2016; опубл. 10.05.2017, Бюл № 9.

RESEARCH OF INTELLIGENT NETWORK SERVICES TRAFFIC IN NGN

Author – Kondratenko A., Kyslenko M.
Supervisor – Kniazeva N.
Odessa National Academy of Food Technologies

At present, the proven fact of the existence of self-similar processes in modern telecommunications networks with packet switching. With the development of multiservice networks, the traffic generated by the new intelligent service (IS) is significantly increased. Therefore, a study of the nature of traffic generated by ISis an important task.

The purpose of this work is to identify the properties of data streams formed by intelligent services.

Based on real data on incoming and outgoing traffic generated by intelligent services (for example, ISTelevoting), the Hurst index was calculated using the R / S method. The property of self-similarity of network traffic created by the IS, independent of time intervals during the year, is revealed. Based on the results obtained, it is possible to design modern networks in order to provide high-quality user service, taking into account the real load and nature of traffic.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАФІКУ, СТВОРЮВАНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СЕРВІСАМИ В NGN

Автор – Кондратенко А.О., Кисленко М.О.
Керівник – Князєва Н.О.
Одеська національна академія харчових технологій

Вступ

Однією із найважливіших задач в області інфокомунікацій є знаходження шляхів розвитку сучасних мереж у напрямку мереж майбутнього. Мережа зв'язку наступного покоління (Next Generation Network – NGN) – це концепція побудови мереж зв'язку, котра здатна ефективно підтримувати весь спектр існуючих додатків та послуг, забезпечуючи необхідну масштабованість та гнучкість[1].Досягнення

подібних цілей можливе лише за організації досліджень різноманітних факторів (наприклад, навантаження системи обслуговування і трафіку різнорідних телекомунікаційних сервісів), що впливають на продуктивність мережі. Згідно останніх досліджень [4, 7-9, 18, 19], виявлено, що трафік телекомунікаційних мереж із комутацією пакетів, в якому передаються інформаційні потоки, носить яскраво виражений самоподібний характер. З появою мультисервісних мереж, таких як NGN (Next Generation Network), з'являються інтелектуальні сервіси «intelligent network services» і, відповідно, новий тип трафіку. В Рекомендаціях МСЕ [11-13] специфіковані 4 набори IC – Capability Set (CS1 – CS4). З переходом від концепції IMS та нової специфікації передачі мультимедійного вмісту в електрозв'язку, на основі протоколу IMS надання IC здійснюється на рівні сервісів та додатків. На даний час перелік IC істотно зріс, що призвело до збільшення трафіку, створюваного інтелектуальними сервісами. Враховуючи зростання IC, задача визначення властивостей трафіку, створюваного новими IC, безумовно є досить актуальним питанням.

Аналітичний огляд

Активний розвиток інфокомунікаційних технологій (ІКТ) сприяє виникненню нових типів мереж та альтернативних підходів щодо їх проектування. З появою специфікації IP Multimedia Subsystem (IMS) з'являються нові IC, котрі формують цілковито відмінний від звичного типу трафік. Концепція IMS [2]полягає в передачі мультимедійних даних на базі протоколу IP та забезпеченні новітніми IC на універсальному обладнанні з використанням різних способів доступу. Мультимедійні потоки даних передаються у телекомунікаційній мережі з метою надання віддалених IC [3]. Результати багатьох експериментальних робіт, виконаних такими дослідниками як: Агеєв Д.В [4], Ур'єв Г.А [8], Ладиженський Ю.В [9], Taqqu M.S. та Teverovsky V. [15], Гачков А.А. [16] та ін., вказують на те, що потоки в сучасних мережах не являються найпростішими, а характеризуються післядією, що вказує на їх самоподібність. Сучасні дослідження трафіку, який передається в телекомунікаційних системах [5-7], показують відмінність статистичних характеристик від тих, які прийняті в класичній теорії телетрафіку. Використання уявлення про те, що об'єднання великого числа потоків від незалежних джерел інформації призводить до отримання процесу, описаного пуассонівським потоком, не відповідає істині [4]. Це приводить до того, що використання традиційних

методів розрахунку параметрів телекомунікаційних систем і їх ймовірнісно-часових характеристик, заснованих на пуассонівських моделях і формулах Ерланга, дає результати, відмінні від реальності, що, в свою чергу, призводить до недооцінки навантажень в мережі.

Фрактали описують явище, при якому деяка властивість об'єкта зберігається при масштабуванні простору і/або часу [8]. Об'єкт є само подібним (фрактальним), якщо його частини при збільшенні подібні, в певному сенсі, образу оригінального об’єкта. Можливими причинами самоподібності сучасного трафіку, досліджуваного у роботі [9], являються особливості розподілу файлів по серверам, їх розміри, а також типова поведінка користувачів. Потоки даних, що не проявляють властивостей самоподібності, пройшовши обробку на вузлових серверах і активних мережних елементах, починають проявляти яскраво виражені ознаки самокорреляції [10].

У зв’язку з необхідністю забезпечення користувачів обслуговуванням високої якості,потрібно усунути будь-який ризик проявів некоректної роботи мережі, таких як періодичне виникнення затримок чи втрати пакетів при обмежених ресурсах або недостатній працездатності в цілому.

Актуальність

Важливість та актуальність дослідження самоподібності трафіку підтверджується не тільки результатами багатьох робіт науковців у сфері ІКТ, а й прагненням організувати справну роботу мережі та гарантований доступ до необхідних ІС. Слід зазначити факт відсутності в працях сучасних науковців досліджень трафіку, створюваного інтелектуальними сервісами. В зв’язку з цим виникає актуальне питання визначення наявності ефекту самоподібності трафіку, що містить заявки на ІС, що підкреслює важливість даної роботи.

Ціль дослідження. Ціллю даного дослідження є виявлення характеру трафіку, створюваного інтелектуальними сервісами(на прикладі мультимедійної послуги «Телеголосування»).

Об’єкт дослідження. Процес дослідження телекомунікаційного трафіку, що створюється новими ІС, в мережах з пакетною комутацією, а також виявлення наявності самоподібних процесів у досліджуваному трафіку.

Предмет дослідження. Предметом даного дослідження є характер мультимедійного трафіку, створюваного інтелектуальними сервісами(на прикладі мультимедійної послуги «Телеголосування»).

Методи досліджень

На сьогоднішній день існує низка методів, що засновані на визначенні показника Хьорста (*H*), котрий є ключовим параметром у виявленні самоподібності процесів. Показник Хьорста використовується при аналізі часових рядів і для самоподібних процесів повинен знаходитись у межах $0.5 < H < 1$. Наближеність до значення«1»свідчить про високий рівень самоподібності, а стохастичний процес характеризується значенням $H = 0.5$ [14].

Дамо характеристику існуючим методам визначення рівня самоподібності процесів.

Дисперсійний метод [15] полягає в статистичній оцінці надійності прояву залежності результативної ознаки від одного або декількох факторів. За допомогою даного методу проводиться перевірка статистичних гіпотез відносно середніх в кількох генеральних сукупностях, які мають нормальний розподіл. Дисперсія агрегованого процесу може бути обчислена так(1):

$$\sigma_m^2 = \sigma^2 / m^\beta , \tag{1}$$

де $0 < \beta < 1; \beta = 2 - 2H.$

Наступним кроком є логарифмування обох частини рівності (1). Припускаючи, що $\log(\sigma^2)$ – константа, яка не залежить від *m*(довжина блока розбиття вихідної послідовності), знаходять значення $(-\beta)$, за допомогою якої визначається показник Хьорста $H = t - \beta/2.$, Використовується тільки для оцінки наявності самоподібності в досліджуваному процесі, так як дає досить грубу оцінку показника *H*.

Метод абсолютних моментів[16] застосовується при невеликому обсязі обчислень. Вихідна послідовність *X* з довжиною *N* розділяється на блоки з довжиною *m*. На межах блоку послідовність має середнє значення (2):

$$\overline{X}(k) = \frac{1}{m} \sum_{i=(k-1)m+1}^{km} X_i, k = 1,2,\ldots,[N/m] \tag{2}$$

Для кожного блоку необхідно розрахувати дисперсію $X^{(m)}$ і математичне очікування $\overline{X}$ для всієї послідовності. Після цього для кожного блоку визначається момент *n*(3):

$$D_n^{(m)} = \frac{1}{N/m} \sum_{k=1}^{N/m} \left| X^{(m)}(k) - \overline{X}^n \right| \tag{3}$$

Далі будується графік залежності абсолютних моментів для послідовності *X* від *m* в логарифмічному масштабі. Згідно знайденим точкам, розраховується апроксимуюча пряма та кут нахилу $-\beta$, відповідно до якого знаходять показник Хьорста $H = 1 - \beta$.

Періодограмний метод [17] відноситься до непараметричного спектрального аналізу. Цей метод полягає у обчисленні періодограми для самоподібного випадкового процесу $X = \{X_i\}$, де $N -$ довжина часового ряду. Визначається за формулою (4):

$$I_N(\omega) = \frac{1}{2\pi N}\left|\sum_{k=1}^{N} x_k e^{jk\omega}\right|, \omega \in [0;\pi] \qquad (4)$$

Самоподібність впливає на характер спектру $S(\omega)$ при $\omega \to 0$, тож повинен утворюватись графік залежності спектральної щільності виду (5):

$$I_N(\omega) \approx [\omega]^{1-2H}, \text{ при } \omega \to 0. \qquad (5)$$

З формули (5) випливає, що безліч випадкових точок $(\log[I_N(\omega)];\log(\omega))$ будуть розташовуватися лінійно з коефіцієнтом нахилу лінії $(1-2H)$.

Агрегована оцінка Віттла (The Whittle Estimator) [18] забезпечує отримання більш точної оцінки показника Хьорста *H*. Застосовується у випадку дослідження часового ряду великої довжини. Ідея полягає в об'єднанні даних, що створюють нові, коротші ряди (6):

$$X_i^{(m)} := \frac{1}{m}\sum_{j=m(j-1)+1}^{mi} X_j. \qquad (6)$$

Коротші ряди збільшують стандартне відхилення оцінки. Показник Хьорста оцінюється шляхом підбору його значення, яке мінімізує вказаний вираз Віттла (6).

R/S метод [19] являє собою сукупність статистичних прийомів і методів аналізу часових рядів . Вихідний ряд розбивається на блоки однакової довжини, для кожного з яких обчислюється розмах *R* і середньоквадратичне відхилення *S*,після чого для всіх блоків обчислюється середнє відношення –*R*/*S*. Алгоритм проходить цикл повторень, доти, поки розмір блоку не зрівняється з розміром вихідного ряду. У підсумку, для кожного розміру блоку отримується середнє значення *R*/*S* і, виконавши регресію методом найменших квадратів, знаходять *H*. Нижче приведено більш докладний покроковий опис алгоритму *R*/*S*-аналізу:

1) часовий ряд довжини M перетворюється на часовий ряд довжини $N = M - 1$ із наступних логарифмічних відношень (7):

$$N_i = \log(\frac{M_{i+1}}{M_i}), i = 1,2,3,\ldots,(M-1); \quad (7)$$

2) період часу поділяється на A суміжних підперіодів довжини n, так, що $A_n = N$. Кожен підперіод позначається як I_a, з урахуванням того, що $a = 1,2,3\ldots,A$. Кожен елемент в I_a позначений N_{ka}, при цьому $k = 1,2,3\ldots,n$. Середнє значення для кожного I_a (8) визначається наступним чином:

$$e_a = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} N_{k_a}; \quad (8)$$

3) часовий ряд накопичених відхилень X_{k_a} від середнього значення для кожного підперіоду I_a (9) визначається так:

$$X_{k_a} = \sum_{i=1}^{k}(N_{I_a} - e_a); \quad (9)$$

4) діапазон визначається як різниця максимального та мінімального значень X_{k_a}, в межах кожного підперіоду I_a (10), де k у межах $1 \le k \le n$:

$$R_{I_a} = \max X_{k_a} - \min X_{k_a}; \quad (10)$$

5) вибіркове стандартне відхилення S_{I_a}, що розраховується для кожного підперіоду I_a (11):

$$S_{I_a} = \sqrt{(\frac{1}{n})\sum_{k=1}^{n}(N_{k_a} - e_a)^2}; \quad (11)$$

6) кожен діапазон R_{I_a} тепер нормалізується шляхом ділення на відповідне значення S_{I_a}. Тому повторно нормований розмах протягом кожного I_a підперіоду дорівнює R_{I_a}/S_{I_a}. У кроці 2 були отримані суміжні підперіоди довжини n. Середнє значення R/S для довжини n (12):

$$(R/S)_n = (1/A)\sum_{i=1}^{A}(R_{I_a}/S_{I_a}); \quad (12)$$

7) довжина n збільшується до наступного більш високого значення, а $(M-1)/n$ є цілочисельним значенням. Застосовується значен-

ня n, що включає початкові та кінцеві точки часового ряду, і перші шість кроків повторюються до $n = (M-1)/2$;

8) тепер можна застосувати рівняння $\log(R/S) = \log(c) + H\log(n)$, виконуючи просту регресію методом найменших квадратів на $\log(n)$, як незалежної змінної, і $\log(R/S)$ у якості залежної змінної. Відрізок, що відтинається на координатній осі, є константною оцінкою $\log(c)$. Нахил рівняння є оцінкою показника Хьорста – H.

На основі аналізу існуючих методів для вирішення задачі виявлення характеру трафіку, що створюється ІС, обрано R/S метод,тому що цей метод надає можливість оперувати великою кількістю даних, а також дає результати з достатньо високою точністю. Окрім цього, даному методу властива покрокова деталізація та добре формалізований алгоритм.

Результати

Дослідження проводилось на основі статистичних даних про трафік ІС в мережі організації «N», котра постачає послуги хостингу сайтів. Максимальна швидкість передачі даних в мережі становить 100 Mbit/s. Предметом аналізує дані для серверу, котрий надає інтелектуальні сервіси(на прикладі ІС «Телеголосування»). Апаратне забезпечення системи: CPU Intel(R) Xeon(R) CPUE3-1230 v3/RAM 16 Gb/NET 100 mbit/s. Програмне забезпечення системи: OS Ubuntu 14.04.4 LTS/Web Server Apache 2.4.7/Language php 5.5.

Не зважаючи на добре формалізований алгоритм, розрахунок за допомогою R/S методу є доволі трудомісткою задачею, тож було прийнято рішення скористатись альтернативним способом та здійснити необхідні обчислення програмно. Вибір зупинився на інструментарії «AutoSignalv.1.6», якому притаманні наступні переваги: простота і зручність у встановленні та налаштуванні; зручний і логічний інтерфейс; надання 30-денного ознайомчого періоду для безкоштовного використання.

Для відображення показника Хьорста, нижче представлені графіки залежності відношення розмаху відхилення і стандартного відхилення від кількості складових часового ряду. За допомогою Zabbix (рис.1) зафіксовано коливання вхідного та вихідного трафіку, котрі відбувались щогодини протягом року.

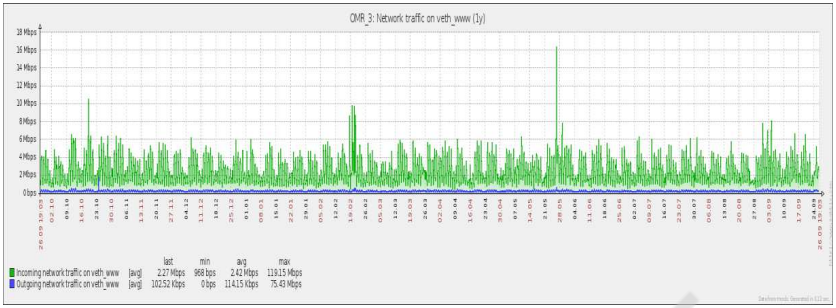


Рис. 1. Вхідний та вихідний трафік за рік

Дослідження проводились для різних періодів: тиждень, місяць та рік. На рис. 2 та рис. 3 представлені дані про вхідний та вихідній трафіки, створюваними ІС, за тиждень. Показник Хьорста, визначений на основі обчислень методом *R/S*, подано у вигляді графіків на рис. 4 та рис. 5, відповідно. Результуючі дані занесені до табл. 1.



Рис. 2. Вхідний трафік за тиждень



Рис. 3. Вихідний трафік за тиждень

НТБОРАКТ



Рис. 4. Показник Хьорста вхідного трафіку за тиждень



Рис. 5. Показник Хьорста вихідного трафіку за тиждень

Таблиця 1 – Показник Хьорста досліджуваного трафіку за тиждень

Досліджуваний період	Показник Хьорста	
	Вхідний трафік	Вихідний трафік
Понеділок	0.75	0.73
Вівторок	0.76	0.75
Середа	0.83	0.71
Четвер	0.82	0.77
П’ятниця	0.80	0.75
Субота	0.77	0.71
Неділя	0.79	0.69
Середнє арифметичне	*0.79*	*0.73*
Мінімальне значення	*0.75*	*0.69*
Максимальне значення	*0.83*	*0.77*

На основі отриманих результатів виведено середнє, мінімальне та максимальне значення показника Хьорста для вхідного та вихідного трафіку. Не дивлячись на значні коливання, усі значення доволі

НТБОНАХТ

наближені до значення «1», що вказує на фрактальну структуру досліджуваного об'єкта. Найвище значення показника Хьорста для вхідного трафіку було зареєстровано в середу, а для вихідного – у четвер. Мінімальне значення показника Хьорста для вхідного трафіку припадає у перший день тижня, а для вихідного – у останній.

Для відслідковування закономірності у поведінці трафіку та доказу наявності повторюваного характеру, були досліджені довші періоди у році. Вхідні та вихідні дані трафіку, зареєстрованого впродовж місяця, подано у графічному вигляді на рис. 6 та рис. 7. Графіки з відображенням показника Хьорста для вхідного та вихідного трафіку відображено на рис. 8, рис. 9.

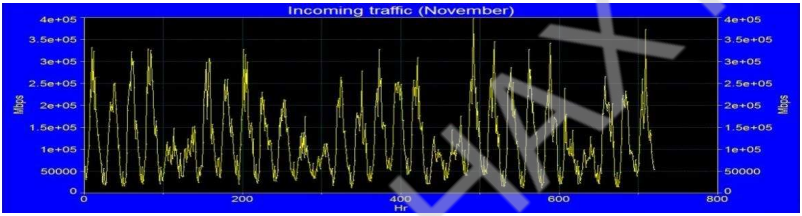


Рис. 6. Вхідний трафік за місяць (листопад)



Рис. 7. Вихідний трафік за місяць (листопад)



Рис. 8. Показник Хьорста вхідного трафіку за місяць

НТБ ОНАХТ



Рис. 9. Показник Хьорста вихідного трафіку за місяць

Результуючі значення показника *H* занесено до табл. 2.

Таблиця 2 – Показник Хьорста досліджуваного трафіку за місяць

Досліджуваний період	Показник Хьорста	
	Вхідний трафік	Вихідний трафік
Перший тиждень	0.56	0.68
Другий тиждень	0.64	0.57
Третій тиждень	0.72	0.75
Четвертий тиждень	0.70	0.77
Середнє арифметичне	*0.66*	*0.69*
Мінімальне значення	*0.56*	*0.57*
Максимальне значення	*0.72*	*0.77*

Діапазон отриманих результатів – показника *H* – зосереджений у межах 0.56-0.77, що свідчить про значні коливання показника, проте підтверджує самоподібність характеру трафіку. Середнє значення показника Хьорста дослідженого вхідногота вихідного трафіку за місяць доволі наближене, тож відзначається певна стабільність та передбачуваність у поведінці користувачів.

Завершальним етапом дослідження був аналіз та обчислення даних вхідного та вихідного трафіку, створюваного інтелектуальними сервісами, впродовж року. Графічно дані про вхідний та вихідний трафік подано на рис. 10 та рис. 11, відповідно. Графіки показника Хьорста для вхідного та вихідного трафіку для цього ж періоду – на рис. 12 та рис. 13.

ЛБ ОТАКТ

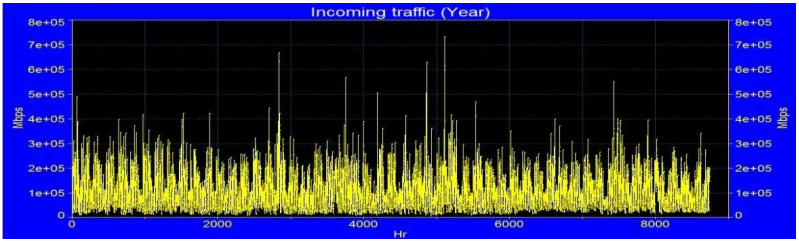


Рис. 10. Вхідний трафік за рік

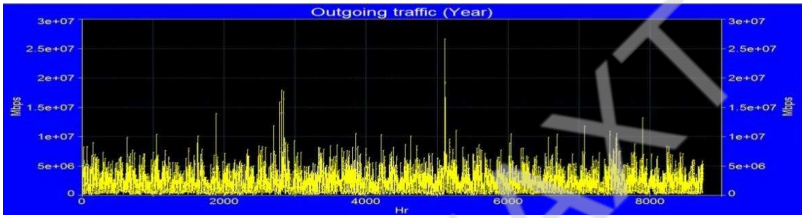


Рис. 11. Вихідний трафік за рік



Рис. 12. Показник Хьорста для вхідного трафіку за рік



Рис. 13. Показник Хьорста для вихідного трафіку за рік

Результуючі значення показника Хьорста, визначеного для кожного місяця року, занесено до табл. 3.

НТБОНАХТ

Таблиця 3 – Показник Хьорста досліджуваного трафіку за рік

Досліджуваний період	Показник Хьорста	
	Вхідний трафік	Вихідний трафік
Січень	0.70	0.73
Лютий	0.70	0.76
Березень	0.67	0.66
Квітень	0.72	0.72
Травень	0.53	0.57
Червень	0.68	0.54
Липень	0.74	0.74
Серпень	0.65	0.68
Вересень	0.68	0.73
Жовтень	0.70	0.79
Листопад	0.66	0.68
Грудень	0.70	0.75
Середнє арифметичне	*0.70*	*0.70*
Мінімальне значення	*0.53*	*0.54*
Максимальне значення	*0.74*	*0.79*

В результаті дослідження трафіку вхідних та вихідних даних за рік визначено діапазон значень показника Хьорста, що коливається від 0.53 до 0.79. Обираючи більш масштабні інтервали часу, зникає можливість детальної обробки вхідних даних, що впливає на точність результатів. Так, мінімальне значення показника Хьорста для вхідного трафіку набуває значення 0.53 (травень), а вихідного – 0.54 (червень). Проте, зареєстровано максимальне значення вхідного трафіку, що припадає на липень (0.74), з чого випливає висновок про можливу наявність масової розсилки та реклами актуальних послуг чи продуктів. Середнє значення дослідженого трафіку за рік однакове і становить 0.70, що підтверджує наявність самоподібних процесів.

Висновки

Аналізуючи усі отримані дані, можна стверджувати факт про виявлену самоподібність характеру трафіку, створюваного новими ІС (показник Хьорста для будь-яких інтервалів часу – $H > 0.5$).Діапазон показників, отриманих за тиждень, сягає від 0.69 до 0.83, тоді як значення за місяць знаходяться у межах 0.56-0.77. При дослідженні інформаційних потоків за рік, у яких зосереджена максимальна

кількість зареєстрованих даних про трафік, спостерігається розширення діапазону (0.53-0.79), що пояснюється більшим масштабом охопленої інформації. Максимальне відхилення значень середнього арифметичного для кожного досліджуваного періоду впродовж року знаходиться у межах 6-16%.

Отримані у результаті дослідження дані можуть слугувати основою під час проектування сучасних мереж. Враховуючи реальне навантаження, створюване новими ІС,необхідно приймати до уваги всі особливості самоподібних процесів та забезпечувати мережу необхідними апаратними засобами для запобігання перенавантажень.

Список використаної літератури

1. Шнепс-Шнеппе М.А. Архитектура PARLAY и сети связи нового поколения NGN : девять лекций. – М.: МАКС Пресс, 2004. – 137 с. – ISBN 5-317-00997-9

2. Конвергенция сетей связи и архітектура IMS [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.iksmedia.ru/articles/28925-Konvergenciya-setej-svyazi-i-arxite.html – Загол. з екрану. (Дата звернення: 19.09.2017).

3. Развитие телекоммуникационных сетей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ultrasonex-amfodent.ru/content/telekomunikatsiya/1/index.html – Загол. з екрану. (Дата звернення: 07.10.2017).

4. Агеев Д.В. Методика определения параметров потоков на разных участках мультисервисной телекоммуникационной сети с учетом эффекта самоподобия / Д.В. Агеев, А.А. Игнатенко, А.Н. Копылев // Електронне наукове фахове видання – журнал «Проблеми телекомунікацій» – № 3 (5) – 2011 –http://pt.journal.kh.ua. –С. 18 – 35

5. On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic (Extended Version) / W.E. Leland, M.S. Taqqu, W. Willinger, D.V. Wilson // IEEE/ACMTrans, on Networking. – 1994. – Vol. 2, Issue 1. – P. 1–15.

6. Paxson V. Floyd S. Wide-AreaTraffic: The Failure of Poisson Modeling // Proc. ACMSigcomm, London, UK. – 1994. – С. 257– 268.

7. Петров В.В., Богатырев Е.А. Статистический анализ селевого трафика // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: десятая междунар. научно-техн. конференция студентов и аспирантов, 2-3 марта 2004 г.: тез. докл. – М: Издательство МЭИ, 2004. – Т. 1. – С. 66–75.

8. Урьев Г.А. Исследование фрактальных свойств потоков трафика реального времени и оценка их влияния на характеристики обслуживания телекоммуникационных сетей: дис. ... канд. техн. наук : 05.12.13 / Урьев Григорий Анатольевич–Москва, 2007. – 166 с. – Библиогр.: с. 10-19. – РГБ ОД, 61:07-5/3547

9. Ладыженский Ю.В. Моделирование само подобного входного трафика сетевых процессоров в системеNS-2 / Ю.В. Ладыженский, Д.Д. Моргайлов, Моатиз Юнис // Донецк, 2012. – Наукові праці ДонНТУ. Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – ISSN 1996-1588. – № 16 (204). – С. 68 – 69

10. «Фрактальная катастрофа» TCP/IP [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://itc.ua/articles/_fraktalnaya_katastrofa_tcp_ip_5571. – Загол. з екрану. (Дата звернення: 26.10.2017).

11. ITU-T Recommendation Q.1215 [Text] – Physical plane for intelligent network CS-1, Helsinki, 1993.

12. ITU-T Recommendation Q.1220 [Text] – Series intelligent network capability Set-2, Helsinki, 1993.

13. ITU-T Recommendation Q.1230 [Text] – Series intelligent network capability Set-3, Helsinki, 1993.

14. Исследование селевого трафика на степень самоподобия: метод.указ / И. С. Поздняк, М. А. Буранова // – Самара, 2013.– 17 с.

15. Дисперсійний аналіз [Електронний ресурс] – Режим доступу:http://pidruchniki.com/1929100153035/statistika/dispersiyniy_analiz – Загол. з екрану. (Дата звернення: 28.10.2017).

16. Сидоренко И.А. Агентное моделирование трафика телекоммуникационной компании / И.А. Сидоренко, И.В. Солдатов // Белгородский государственный университет // Научные ведомости – 2009. – №9(64). – С. 2-3.

17. Самоподобные (фрактальные) случайные последовательности [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://sernam.ru/t_62.php– Загол. з екрану. (Дата звернення: 03.10.2017).

18. Taqqu M. S. and Teverovsky V. Robustness of Whittle-type estimates for time series with long-range dependence. Preprint, 1995. – P. 6-7.

19. Гачков А. А. Рандомизированный алгоритм R/S-анализа финансовых рядов / А. А. Гачков // Санкт-Петербургский государственный университет. – СПб, 2009. – 25 с. – Бібілогр.: с. 55–56.

ОРИГИНАЛ

SOFTWARE TRAINER FOR DEMONSTRATING VULNERABILITIES OF WEB APPLICATIONS

Author – Babiychuk V.
Supervisor – Smyrnova K.
Odessa National Academy of Food Technologies

In the work the problems of training of specialists in information security in the educational process of higher educational institutions are considered.

Since the theoretical foundations are not enough to conduct a high-quality audit of the information security of web systems, and practical fixing causes a number of difficulties due to the specific actions required, solutions are proposed in the form of a computer simulator that demonstrates the various vulnerabilities of real web systems.

The proposed system allows you to learn to "see" the network through the eyes of an attacker and personally conduct various types of attacks to better understand the vulnerabilities of the Web applications being examined.

ПРОГРАММНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ УЯЗВИМОСТЕЙ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Автор – Бабийчук В.Д.
Руководитель – Смирнова Е.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий

НТБОНАХТ

Введение

Большинство современных решений разрабатываются как веб-приложения. Веб-технологии используются практически во всех отраслях – банковские системы, торговые площадки, интернет-магазины, блоги и простые страницы-визитки какой-либо компании. Веб-приложения имеют ряд неоспоримых преимуществ – возможность удаленной работы, быстрая разработка, независимость от клиентской платформы. Для управления такими приложениями

достаточно наличие веб-браузера, который доступен даже на мобильном телефоне.

Однако, территориальная доступность веб-приложений несет в себе и существенный минус. В веб приложениях приходится уделять дополнительное внимание безопасности предоставляемого решения. Безопасность веб-приложений находится в первой десятке угроз информационной безопасности уже свыше 10 лет. Несмотря на это, специализированных средств защиты веб-приложений достаточно мало и они больше рассчитаны на корпоративное использование, так как имеют достаточно высокую цену. Поэтому обеспечение защиты, по большей части, возлагается на разработчика приложения. Разработчик, без соответствующего опыта в сфере информационной безопасности, предусмотреть все возможные проблемы не в состоянии. И, зачастую, даже крупные корпоративные ресурсы, государственные ресурсы имеют массу возможных уязвимостей – XSS (Cross-Site Scripting, межсайтовое выполнение сценариев), SQL Injection (внедрение операторов SQL), CSRF (Cross-Site Request Forgery, подделка межсайтовых запросов), отсутствие защиты от подбора учетных данных (Brute Force) и другие.

Разработчикам необходимо научиться “видеть” сеть глазами злоумышленника – понимать суть возможных атак, видеть проблемные места и иметь понимание того, как закрывать такие бреши. Разнообразные существующие руководства по веб-безопасности дают лишь теоретическое представление атак на веб-приложения. Но без практического закрепления эти знания невозможно будет применить на реальном проекте.

В работе рассматривается разработка программного тренажера для демонстрации веб-уязвимостей, который поможет более качественному обучению будущих разработчиков и специалистов по информационной безопасности.

1 Аналитический обзор

Сегодня информация – это главный актив любой компании. Эффективный контроль, защита от несанкционированного доступа, хищения и любого другого не предусмотренного регламентом использования этих активов становится одной из первостепенных задач не только для отдельно взятых компаний, но и для мирового сообщества в целом.

Широкое использование информационных технологий приводит ко множеству вопросов, связанных с обеспечением информационной безопасности.

Практика последних лет показывает, что подготовка специалистов по информационной безопасности становится не только актуальной, но и необходимой для существования различного рода предприятий, особенно критически важных.

Очень часто считают, что обеспечить информационную защиту предприятия может практически любой человек, связанный с миром информационных технологий, способный установить и настроить необходимые программные и аппаратные средства. Однако большая часть проблем в данной области не решается путем применения программно-аппаратных средств.

Если говорить об обучении будущих специалистов по информационной безопасности, то помимо получения качественной теоретической базы, необходимо применять полученные знания практически – для конфигурации систем безопасности, проектирования новых систем, а также для проведения тестирования на проникновение.

Если инженер думает о том, как сделать рабочую конструкцию, специалист по информационной безопасности думает за счёт чего она ломается. То есть специалист должен думать, как злоумышленник. Если этих навыков нет, он не сможет заметить большинство проблем в безопасности систем.

Идея тренажеров для наглядного изучения приемов взлома веб-приложений не нова. Разработчики OWASP (Open Web Application Security Project – открытый проект обеспечения безопасности веб-приложений) предоставляют несколько продуктов для детального изучения наиболее популярных веб-уязвимостей. Рассмотрим детальнее эти продукты, чтобы дать обоснование разрабатываемому продукту.

1.1 Проект DVWA

DVWA(DamnVulnerable Web Application) – веб-приложение, основанное на PHP/MySQL и имеющее большое количество уязвимостей. Главной целью проекта является улучшение понимания написания безопасного кода веб-разработчиками, а также дать возможность студентам и преподавателям больше узнать о безопасности веб-приложений в контролируемой среде.

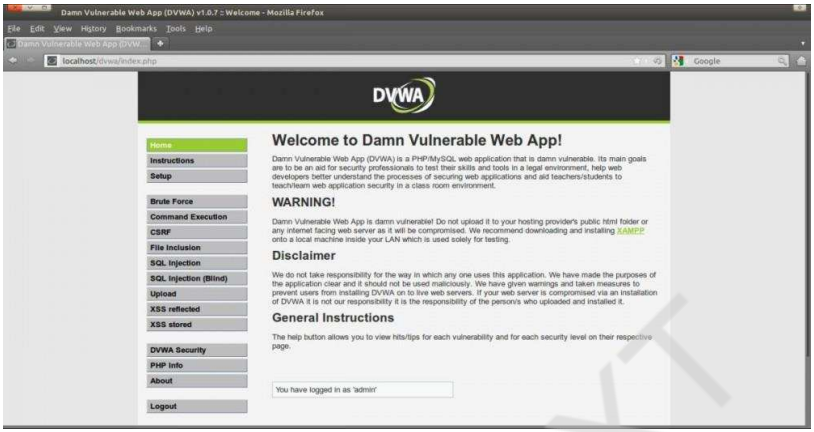


Рисунок 1.1 – Интерфейс приложения DVWA

Проект платформ независимый. Однако, для его запуска необходимо наличие веб-сервера, содержащего связку Apache+PHP+MySQL.

DVWA предоставляет пользователю ряд упражнений, распределенных по категориям. На странице каждого упражнения имеются подсказки, а также возможность посмотреть исходный код для большего понимания работы приложения в случаях неудачных попыток взлома. Для упражнений можно выбрать уровень сложности либо включить имеющийся веб-файерволл и систему обнаружения вторжений, которые значительно усложняют процесс взлома.

1.2 Проект WebGoat

Это официальная сборка от сообщества OWASP, включающая операционную систему на базе Linux и установленный веб-сервер со всеми имеющимися уязвимостями, необходимыми для понимания наиболее популярных векторов атак на веб-приложения.

Реализована база для проведения около 30 различных видов атак. Проект OWASP WebGoat – это кроссплатформенный инструмент, его можно запустить в любой операционной системе, в которой будут работать Apache Tomcat и Java SDK.

Задания, как правило, привязаны к какой-либо реальной проблеме. Например, в одном из заданий предлагается провести SQL-инъекцию с целью украсть список поддельных кредитных номеров. Также некоторые задания сопровождаются учебной составляющей, показывающей пользователю полезные подсказки и уязвимый код.

При достаточно большом количестве аналогичных систем, все они обладают рядом недостатков:

- нацелены на демонстрацию, а не на тренинги;
- нет возможности их расширять, демонстрируя не определенный вектор атаки, а связку векторов:
- не везде доступны теоретические сведения о методике проведения атаки;
- абсолютно все системы не имеют языковой локализации (только английский язык), что не всегда удобно применять в учебном процессе.



Рис. 1.2. Интерфейс проекта WebGoat

2 Объект, предмет и задачи исследования

Объект исследования -обучение и подготовка специалистов по информационной безопасности в рамках высшего учебного заведения.

Предметом исследования являются интерактивные компьютерные тренажеры как компоненты электронного учебника для усвоения практического материала учебного курса.

Задачи работы:

- провести анализ методики подготовки специалистов по информационной безопасности в ведущих технических высших учебных заведениях мира;
- выявить особенности обучения в рамках аудиторной работы со студентами;

- разработать и обосновать методику подготовки студентов по направлению Информационная безопасность.

3 Результаты работы

Разрабатываемый тренажер имитирует структуру настоящих компаний. Главной целью продукта является обучение молодых специалистов основам информационной безопасности и закрепление навыков анализа веб-систем на возможные угрозы информационной безопасности. Приложение способствует обучению студентов способам защиты информации посредством показа им типичных ошибок разработчиков. Такой подход будет полезен не только в рамках изучения основ тестирования на проникновение, но и будет способствовать совершенствованию навыков проектирования и реализации веб-систем среди разработчиков.

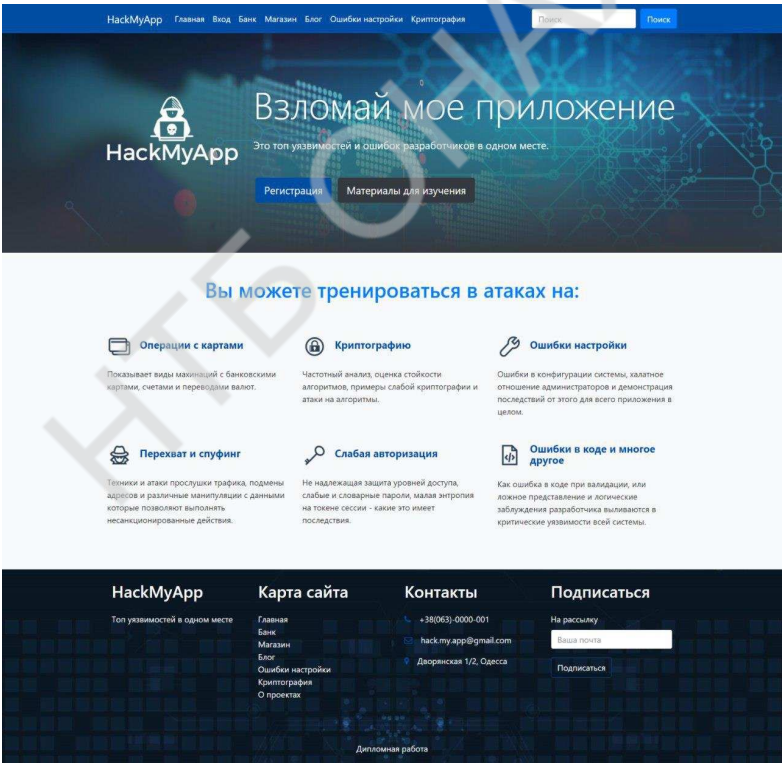


Рис. 3.1. Главное окно тренажера

Основная идея внедрения системы в учебный процесс состоит в следующем. Разработанное приложение запускается локально на каждом персональном компьютере класса вычислительного центра. Целью студента является проведение определенного вида атаки, наградой за которое является “флаг” (секретный код). Флаги генерируются при старте системы на сервере. Флаг обменивается на баллы за выполнение работы. Финальная оценка за практические занятия напрямую зависит от количества собранных флагов. Подобная практика положительно зарекомендовала себя во всем мире под названием CTF (Capture the Flag – захват флага).

Рассмотрим основные разделы рассматриваемого тренажера.

На вкладке «Главная» находится основная информация о данном WEB-приложении с возможностью регистрации. Регистрация необходима для возможности получения флагов за выполненные задачи.

Как видно по главной странице, обучающимся предложены различные вектора атак, которые они смогут опробовать в системе. Для демонстрации взяты наиболее популярные векторы атак на веб-системы согласно рейтингу OWASP TOP10 (Open Web Application Security Project, открытый проект обеспечения безопасности веб-приложений) за 2017 год:

- A1 Внедрение кода;
- A2 Некорректная аутентификация и управление сессией;
- A3 Межсайтовый скриптинг;
- A4 Нарушение контроля доступа;
- A5 Небезопасная конфигурация;
- A6 Утечка чувствительных данных;
- A7 Недостаточная защита от атак (NEW);
- A8 Подделка межсайтовых запросов
- A9 Использование компонентов с известными уязвимостями;
- A10 Недостаточное журналирование и мониторинг.

Для любого вектора атаки предоставляется теоретический материал о методике проведения этого вектора, а также о способах защиты от подобных атак.

Главной особенностью проекта является предоставление структуры реальных систем, в которые заранее “заложены” присущие им уязвимости. В качестве таких систем выступают: банк, интернет-магазин, блог. Помимо этого, можно потренироваться на ошибках настройки сервера и на взломе криптографических алгоритмов.

ЧЕРНОВИК

На вкладке «Банк» находится обучающая часть с примером WEB-банка, которая показывает основные уязвимости банковских систем, таких как: уязвимости конвертации валют, открытость базы данных системы банкинга и т.д.

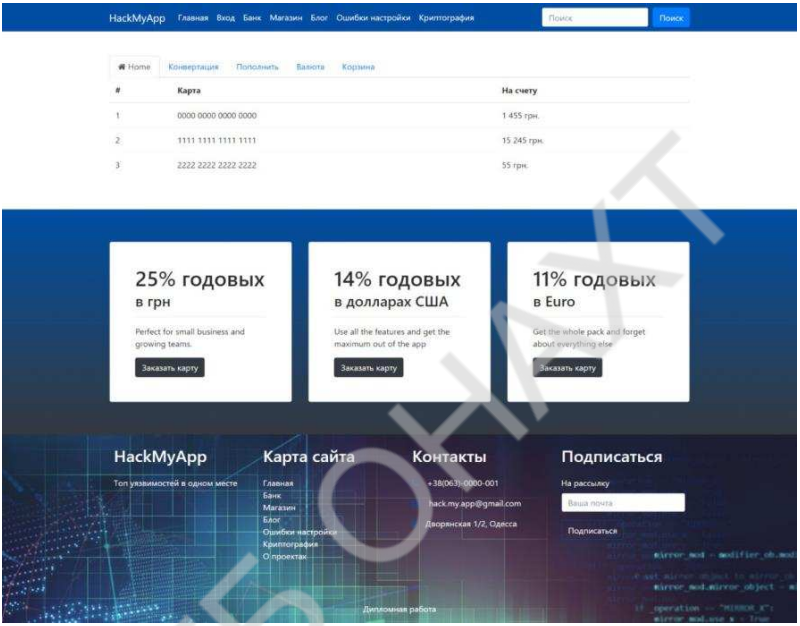


Рис. 3.2. Работа с уязвимостями интернет-банкинга

На вкладке «Магазин» расположен тренажер для интернета магазина, с возможностью регистрации пользователей и покупки различных товаров. Основная задумка данной части тренажера – показать, как злоумышленник может завладеть данными рядового пользователя, его счетами, личными данными и балансом в интернет-магазинах и на торговых площадках.

Вкладка «Блог» показывает типичную страницу блога и демонстрирует основные уязвимости автоматизированных систем наполнения контентом, которые чаще всего используются для создания и ведения блогов. Так же, как и в «Магазине» основная угроза приходится на личные данные и счета пользователей.

ПГБОНИХТ



Рис. 3.3. Работа с типичными уязвимостями интернет-магазина

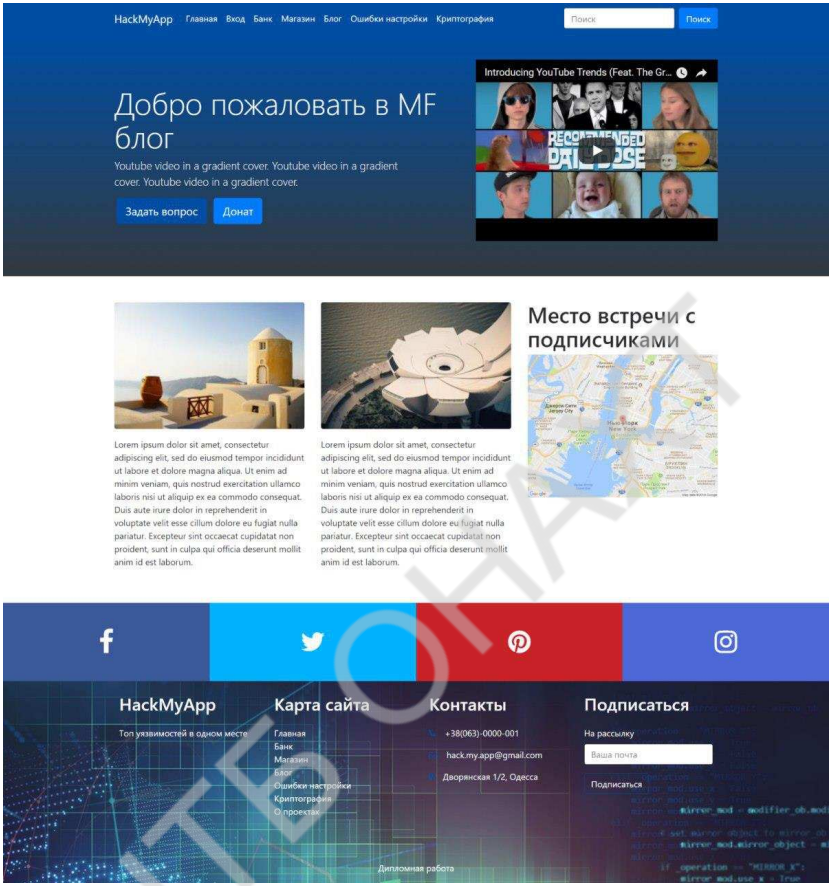


Рис. 3.4. Страница блога

Все системы являются фиктивными и с заранее подготовленными уязвимостями. Пример отработки вектора атак приводится ниже на примере внедрения sql-инъекции и результата, который можно получить (рисунок 3.5) и на примере уязвимости конвертации валют (рисунок 3.6).

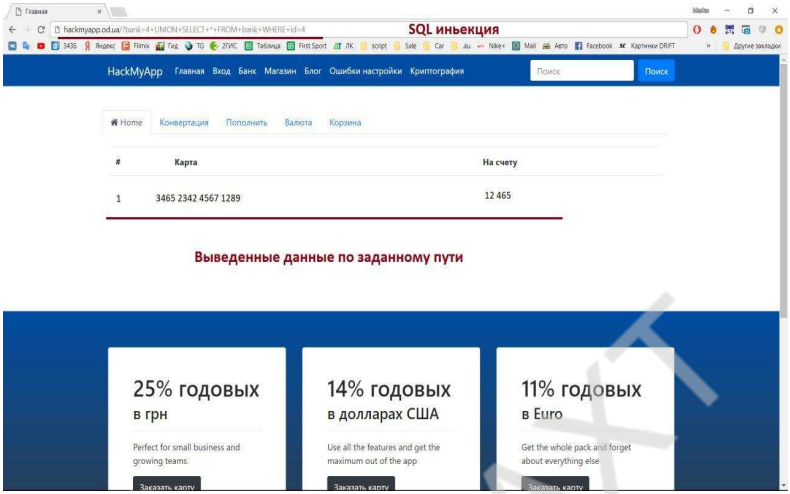


Рис. 3.5. Внедрение sql-инъекции

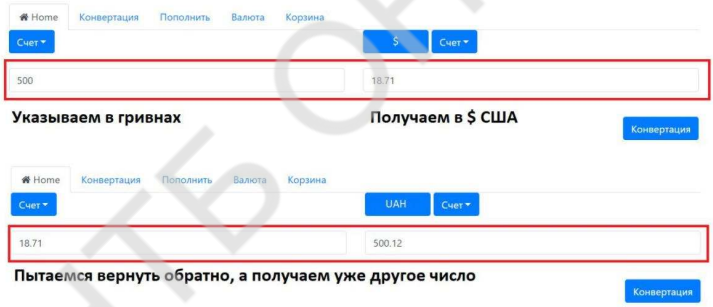


Рис. 3.6. Демонстрация уязвимости конвертации валют

Выводы

Разрабатываемый программный продукт направлен на повышение уровня квалификации разработчиков на раннем этапе их обучения, а также на подготовку специалистов по информационной безопасности и пентестеров (тестирование на проникновение). Внедрение тренажера в учебный процесс высших учебных заведений позволит выпускать специалистов, способных повысить безопасность программных продуктов, выпускаемых IT компаниями.

НТБОНАХТ

Тренажер рассчитан на студентов, имеющих начальные познания в проектировании баз данных, в построении компьютерных сетей, а также с пониманием основ веб-разработки.

В ходе проектирования данного продукта были решены следующие задачи:

- Демонстрация возможных технологий защиты от внедрения кода;
- Примеры неправильной проработки аутентификации и управления сессией;
- Результаты нарушения контроля доступа;
- Вывод результатов утечки данных;
- Следствия недостаточной проработки защиты.

Список литературы

1. Karim N. S. A., Saba T., Albuolayan A. Analysis of software security model in scenario of Software Development Life Cycle (SDLC) // Journal of Engineering Technology (ISSN: 0747-9964). – 2017. – Т. 6. – №. 2. – С. 304-316.

2. Vega E. A. A., Orozco A. L. S., Villalba L. J. G. Benchmarking of Pentesting Tools // World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering. – 2017. – Т. 11. – №. 5. – С. 590-593.

3. Andreatos A. S. Designing educational scenarios to teach network security // Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE. – IEEE, 2017. – С. 1606-1610.

НТБ ОНАХТ

DEVELOPMENT OF A GRAPHICAL USER INTERFACE FOR EGG QUALITY ASSESSMENT BASED ON A COMPUTER VISION SYSTEM

Author – Zhelezarova P., Paskova N.
Supervisor – Georgieva T.
University of Ruse "Angel Kanchev"

The paper presents a developed graphical user interface for recognizing defective eggs in the MATLAB environment, based on computer vision. The interface is modular, which allows for the upgrade of the procedures and algorithms that are used. The accuracy of recognition for the four main qualitative groups of eggs was tested. Accuracy ranges is from 0.6 to 2.1%.

Introduction

Existing egg sorting systems use different type signs of their classification as color, defects, sizes, etc. In these systems for individual quality indicators are used with separate sensors for their own determination. To determine different types of egg defects is used spectrophotometer system [2, 3]. To determine the size of the eggs are uses computer vision [1].The disadvantage of existing commercial systems is their high cost, complexity and maintenance because of the specific equipment they need for their proper functioning.

The purpose of the article is to develop a graphical interface with procedures and algorithms to determine defective eggs using computer vision, and to evaluate the accuracy of recognition.

Materials and methods

Types of egg defects

When determining the quality of eggs, attention is drawn to six groups quality indicators characterizing the condition of the shell: the shell, air chamber, egg white, egg yolk, germ, taste and smell of eggs. Often the quality of the eggs is determined by osscoping. That's how it can be establish: the state of the protein, the position and the mobility of the yolk, the dimensions of the air chamber, the integrity of the shell and the presence of

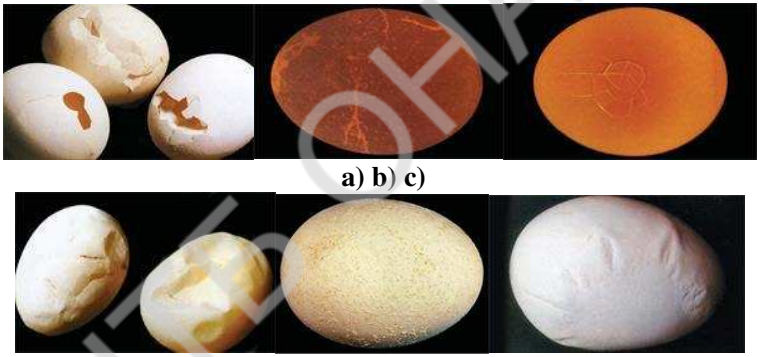
variation in themorphological and construction, presence of defects in eggs, etc.

The shell of all categories of eggs must be of normal texture and thickness, sound, clean and undamaged.

Only eggs may be marketed in the market where the integrity of the shell is not disturbed. Cracked and broken eggs should be used for processing. Attention is also paid to the cleanliness of the shell, since from it to the egg storage is highly dependent. Available for sale only clean or slightly soiled eggs. Heavily contaminated eggs are not subject to sale and storage but must be used for processing.

Common defects in eggs can be the following types:

- rough cracks (Figure 1a) – refers to large cracks and holes that usually lead to a broken membrane of the shell. The incidence of coarse cracks increases with the age of the hen. It varies from 1 to 5% of total production.



a) b) c)

d) e) f)

Fig. 1. Egg defects

- very fine cracks (Figure 1b), generally crossed longitudinally the length of the casing.

- cracks in the shape of a star (Figure 1c) – these are fine cracks, radiating outwards from the central point of impact.

- eggs without shell or very thin shells (Figure 1d) – look unattractive and very vulnerable to disability.

- eggs with coarse shells (Figure 1e) – refer to eggs with roughly shaped areas, often unevenly distributed on the shell.

- flat eggs – when part of the shell is flattened or cut. Often the adjacent part of the shell is wrinkled.

Computer Vision System

Because defects can be assessed visually, it is used computer vision system (Figure 2) to capture the image of the eggs. The system consists of a stand with an egg stand and mounted lighting for illumination of the egg from above and below; PC in which it is being recorded the image captured with a color digital camera. The output image is in RGB color model with 640 x 480 pixels.

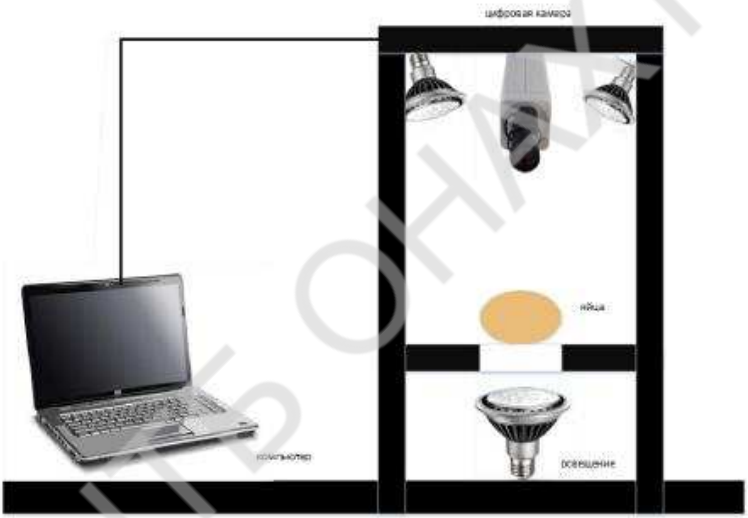


Fig. 2. Computer vision system

The main step is to select an informative color component to be used to detect egg defects. For this purpose three more color models were used – Lab, XYZ and HSV.

The software platform was used to develop the interface MATLAB. In Fig. 3. a part of the graphical user interface is presented, which was developed to use to visualize the source image of egg (in RGB pattern), image of egg without background (to be processed only pixels of the egg) and the image of the egg in the three components of each color model.

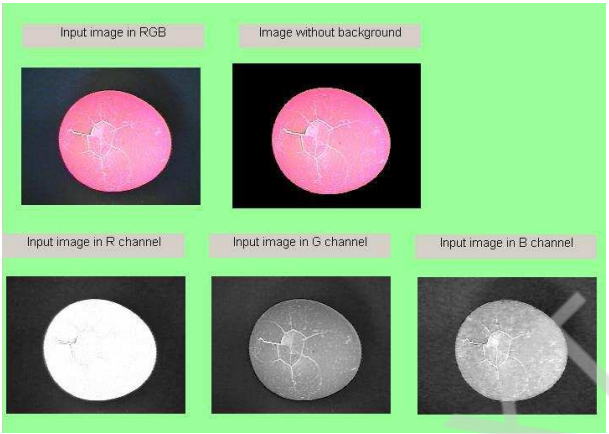


Fig. 3. Graphical user interface for visualizing the output image, background image and the three color model components

The interface also incorporates an opportunity to visualize the histograms of these components (Figure 4).

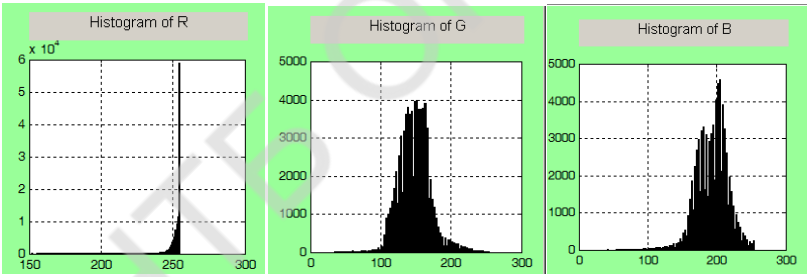


Fig. 4. Histograms of R, G and B components

As an informative, the S component of the HSV color model has been evaluated. The defect recognition algorithm for eggs includes the following basic steps:

1. Convert from RGB to HSV color pattern to the egg output image.
2. Remove the pixels from the image background by setting the limits of the H component.
3. Switch to a black and white image by using a MATLAB built-in function for determining the gray level threshold.
4. Display the contours in the image of the egg.

5. Estimating the egg in one of two possible classes (with or without defects) as a criterion for the absence or presence of defects is the number of contours in the image. If there is one loop – the egg is free of defects, if more than one contour is present – the egg is defective.

This algorithm and the procedures used in its individual steps are embedded in the developed graphical user interface, which is shown in Fig. 5.

The developed graphical user interface has been tested with 120 eggs, 30 pieces of the four classes s, m, l, xl. The test results are presented in table. 1.

Eggs are appreciated by an expert and by the developed interface. The last column of the table shows the error of percentages from the incorrect recognition of the eggs.



a) b)

Fig. 5. Graphical user interface for recognizing egg defects an egg without defects, (b) an egg with defects

Table 1 – Test results of the developed interface.

Egg size	Expert		Developed software		Error of percentages from the incorrect recognition of the eggs	
	With defect	Without defect	With defect	Without defect	With defect	Without defect
S	13	17	15	15	0,6%	0,6%
M	14	16	16	14	0,6%	0,6%
L	15	15	12	18	0,9%	0,6%
XL	15	15	22	8	2,1%	2,1%

Conclusion

The paper presents a developed graphical user interface for detecting defective eggs in the MATLAB environment, based on computer vision. The interface is modular, which allows for the upgrade of the procedures and algorithms that are used. The accuracy of recognition for the four main qualitative groups of eggs was tested. Accuracy ranges from 0.6 to 2.1%.

References

1. Ibrahim R., Z. Mohd Zin, N. Nadzri, M.Z. Shamsudin, M.Z. Zainudin., Egg's GradeClassification and Dirt Inspection Using Image Processing Techniques, Proceedings of theWorld Congress on Engineering 2012 Vol II WCE 2012, July 4 – 6, 2012, London, U.K.

2. Lunadei L., L. Ruiz-Garcia, L. Bodria, R. Guidetti, Automatic Identification of Defects on Eggshell Through a Multispectral Vision System, Food Bioprocess Technol, 2012 (5), 3042– 3050

3. Schwagele F, Poser, R. and Krockel, L. (2001) Application of low-resolution NMR spectroscopy of intact eggs – Measurement of quality determining physical characteristics Fleischwirtschaft 81(10): 103-106.

4. https://www.mathworks.com/

НТБ ОНАХТ

DYNAMIC PROPERTIES OF PROVIDING CYBERSECURITY PROCESSES AT THE EXAMPLE OF CYBERSECURITY'S AUDIT

Author – Kozlova O.
Supervisor – Kononovych V.
Odessa National Polytechnic University

The paper considers the process of development from information security to cybernetic security of infrastructure objects, and in particular, processes of cyber security audit. It has been established that the aspects of the dynamics of information and cyber security processes have not been adequately studied, and they do not disclose a complete formal and systemic approach to solving cybersecurity problems. In this regard, developed a logical-linguistic model of a risk-oriented approach to planning cyber security activities and the mathematical model of two-stage cyclical management of audit processes. The use of the mathematical model will contribute to a more accurate understanding of the dynamic properties and the development of the necessary system and extra-systemic measures to ensure cybersecurity. The process of conducting an audit based on the cybernetic cycle is being investigated. The model of the audit process is constructed using the logistic function and discrete reflections. The conditions of bifurcations, the nature of possible irregular oscillations in a dynamical system are determined. The working conditions that violate the normal functioning of the system are determined, hinders the audit of cybersecurity, and for the first time allowed to reasonably explain under what conditions the audit process will be disrupted.

ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ НА ПРИКЛАДІ АУДИТУ КІБЕРБЕЗПЕКИ

Автор – Козлова О.Ю.
Керівник – Кононович В.Г.
Одеський національний політехнічний університет

Вступ

Інформаційний та кібернетичний простори відіграють важливу роль в економічному та соціальному розвитку кожної країни світу. В Україні існує ціла низка проблем вразливості інформаційної сфери відносно стороннього кібернетичного впливу. Протистояти фізичному руйнуванню технічних засобів, порушенню функціонування об'єктів нападу та протиправній діяльності соціальних інженерів з дня на день стає все важче через недостатнє кадрове забезпечення відповідними фахівцями у сфері інформаційної та кібербезпеки. Необхідним є створення умов для безпечного функціонування кіберпростору, його використання в інтересах особи, суспільства і держави [1].

Небезпека кіберзлочинності була усвідомлена ще в часи приєднання України до міжнародної «Конвенції про кіберзлочинність». А термін «кібербезпека кіберпростору» з'явився у лексиконі українських спеціалістів зовсім недавно. Щодо поняття «кібербезпека» розгорнулась дискусія. Визначення понять «інформаційна безпека» та «кібербезпека» дуже схожі у багатьох авторів [1-3] і формально відрізняються додаванням понять «кіберпростір», як об'єкту захисту, «кіберзагроз» тощо. Кібербезпека розглядається як безпека специфічного виду інформації – управлінської інформації [2]. Приставка «кібер-» виділяє «клас кіберсистем, які використовуються для вирішення задач управлінського характеру». «В кіберсистемах на перше місце виділяється вимоги неперервності й стійкості управління. А ці вимоги можуть бути виконані лише при умові забезпечення доступності, цілісності та конфіденційності вхідної інформації [3]». Для уточнення термінів ще потрібні додаткові дослідження.

Міжнародна спільнота накопичила немалу кількість стандартів та передових практик захисту критично важливих об'єктів інфраструктури [4]. Важливе місце в системі інформаційної безпеки та кібербезпеки займає аудит [5-6]. Основним призначенням аудиту кібербезпеки об'єкта інформаційної діяльності є формування, як правило, незалежної оцінки кібербезпеки.

За метою проведення аудит поділяється на аудит для підтвердження відповідності вимогам національної системи нормативно-правових документів інформаційної безпеки та на аудит підтвердження відповідності міжнародним стандартам ISO\IEC 15408 [7]».

В процесі експлуатації систем кібербезпеки низка процесів, таких як аудит, моніторинг, автоматизовані дії збору, реєстрації даних та

обробки інцидентів інформаційної безпеки тощо, мають працювати безперервно і циклічно.

Для поступового поліпшення різних видів діяльності, зокрема, аудиту кібербезпеки застосовують процесно-орієнтовані підходи до управління. Такі циклічні процеси реалізуються послідовністю етапів: планування, дії, перевірки, впливання. При автоматизації певних етапів застосовують алгоритми штучного інтелекту, та системи прийняття рішень людиною-оператором. Такі змішані системи, як правило, являються нелінійними.

У той же час, теорія нелінійної динаміки та синергетики дають приклади складної поведінки систем, складених з простих нелінійних елементів, здатних генерувати динамічний хаос. Виникає проблема вивчення умов впливу нелінійних явищ на поведінку системи.

Як і в багатьох сферах при системному підході системи кібербезпеки розглядаються як динамічні системи, які складаються із множини механізмів і функцій, які теоретики пов'язують із феноменом самоорганізації. Ряд спеціалістів застосовують методи нелінійної динаміки для вивчення властивостей процесів захисту інформації [8-9]. Процеси аудиту, зокрема внутрішнього, є принципово циклічним і нелінійними. Ці питання потребують своєї розробки.

Проблемам прийняття рішень, аудиту присвячено гігантський обсяг літератури. Вкажемо деякі з них, що використані у даній роботі. Моделі та теорія систем прийняття рішень представлені в [10-11]. Приклади автоматизації управління безпекою та застосування циклічних процедур управління наведені в [12-13]. Хорошим посібником по є [14].

Конкретні дослідження нелінійних властивостей періодичних процесів управління, зокрема процесів аудиту кібербезпеки, авторам невідомі. Тому динамічні властивості процесів аудиту та можлива його складна поведінка системи аудиту досліджені ще недостатньо і дана тема є актуальною.

Метою роботи є удосконалення термінології у частині понять «кібербезпеки», пристосування найпростішої дискретної математичної моделі динаміки циклічного процесу до проведення процедур аудиту та виявлення впливу нелінійних властивостей на протікання процесу аудиту.

Для досягнення вказаної мети потрібно вирішити наступні задачі:

1. Аналізу та уточнення семантичної моделі поняття «система кібербезпеки»;

2. Пристосування математичної моделі періодичного процесу проведення аудиту для системи управління, яка дозволяє визначити умови і границі виникаючих нелінійних ефектів та можливого детермінованого хаосу.

3. Дослідити поведінку системи проведення аудиту кібербезпеки за допомогою дискретної математичної моделі динамічної системи, яка включає в себе найпростіші нелінійні елементи та описує динамічну систему за допомогою двох дискретних відображень і визначити інтервали параметрів нормального функціонування динамічної системи.

Дискретна математична модель процесу аудиту розв'язується методами чисельного моделювання. Визначаються умови біфуркацій, характер можливих нерегулярних коливань процесу аудиту. Отримані результати дозволяють підвищити ефективність роботи циклічних систем управління системи проведення аудиту та формалізувати напрямки подальших досліджень щодо розробки ефективних систем управління процесом аудиту з використанням методів нелінійної динаміки.

Об'єктом дослідження є поняття кібербезпеки та періодичні й неперіодичні процеси поведінки системи управління аудитом кібербезпеки.

Предметом дослідження є уточнення терміну «кібербезпека» та вплив нелінійних явищ на поведінку системи управління аудитом кібербезпеки.

Методи розробки базуються на теорії кібербезпеки, теорії прийняття рішень, теорії нелінійної динаміки.

У першому розділі наведено порівняльний огляд понять «кібербезпеки» та інформаційної безпеки у світлі еволюції систем захисту інформації.

Другий розділ присвячено особливостям кібербезпеки у промисловій сфері.

У третьому розділі розглянуто застосування циклічних процедур в управлінні та процесно-орієнтований підхід до управління аудитом кібербезпеки, що застосовується в технологіях забезпечення кібербезпеки.

У четвертому розділі подано математичне описання моделі динамічної системи, яка характеризує процес проведення аудиту кібербезпеки та результати вивчення поведінки динамічної системи, яка відображає процес проведення аудиту кібербезпеки. Аналізується

двомірне логістичне відображення (система із двох дискретних рівнянь). Будуються рівняння руху та біфуркаційні діаграми для динамічної системи. Отримується висновок щодо недостатньої надійності системи аудиту при збільшенні інтенсивності проведення процесів.

Результати даної роботи можуть бути використані при визначенні раціонального режиму проведення процесів аудиту кібербезпеки.

Результати виконання в даній роботі дослідження опубліковані у двох наукових статтях у журналі «Інформатика і математичні методи моделювання»:

– том 6, № 4 [15];
– том 7, № 3 [16].

1. Визначення понять кібербезпеки та інформаційної безпеки

Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» від 5 жовтня 2017 року визначає: «Кібербезпека – це захищеність життєво важливих інтересів людини і громадянина, суспільства та держави під час використання кіберпростору, за якої забезпечується сталий розвиток інформаційного суспільства та цифрового комунікативного середовища, своєчасне виявлення, запобігання і нейтралізація реальних і потенціальних загроз національній безпеці України у кіберпросторі», де «кіберпростір – середовище (віртуальний простір), яке надає можливості для здійснення комунікацій та або реалізації суспільних відносин, утворене в результаті функціонування сумісних (з'єднаних) комунікаційних систем та забезпечення електронних комунікації з використанням мережі Інтернет та або інших глобальних мереж передачі даних». «Кіберзахист – це сукупність організаційних, правових, інженерно-технічних заходів, а також заходів криптографічного та технічного захисту інформації, спрямованих на запобігання кіберінцидентам, виявлення та захист від кібератак, ліквідацію їх наслідків, відновлення сталості і надійності функціонування комунікаційних, технологічних систем [17]». В Законі України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» від 9 січня 2007 року визначається: «Інформаційна безпека – стан захищеності життєво важливих інтересів людини, суспільства і держави, за якого запобігається нанесення шкоди через: неповноту, невчасність та невірогідність інформації, що використовується; негативний інформаційний вплив; негативні наслідки застосування інформаційних технологій; несанк-

ціоноване розповсюдження, використання і порушення цілісності, конфіденційності та доступності інформації [18]».

Взаємовідношення понять у сферах безпеки в кіберпросторі у контексті ISO 27032 представлені на рис. 1. Кібербезпека забезпечується у наступних сферах: безпека застосувань і операційних систем, безпека інформаційно-комунікаційних мереж, безпека роботи в Інтернет, захист інформації у ключових системах інформаційної інфраструктури і, зокрема, в об'єктах критичної інфраструктури, а також у сферах боротьби з кіберзлочинністю та забезпечення безпеки роботи у кіберпросторі. Даний рисунок справляє те уявлення, що кібербезпека є складовою частиною інформаційної безпеки. Формально це так. Кібернетичні системи, як системи управління, у своєму сучасному вигляді, являються підмножиною інформаційних систем.

Але, судячи з визначень, які наведено вище, поняття «кібербезпека» більш ширше у відношенні об'єктів, яких воно стосується. На рис. 2 показані об'єкти/суб'єкти які охоплюються, відповідно, інформаційною (ІБ) та кібернетичною безпекою (КБ).

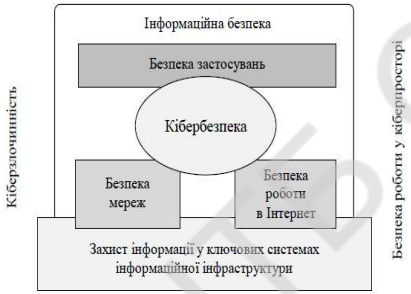


Рис. 1. Місце кібербезпеки серед інших сфер безпеки

Джерело: ISO 27032:2012



Рис. 2. Охоплення об'єктів інформаційної та кібербезпеки

Ретроспективно системи захисту інформації розвивалось переходячи до наступних етапів:

– захист інформації системами технічного та криптографічного захисту, за допомогою криптографічних, технічних, організаційних, а тепер і програмних засобів;

– забезпечення інформаційної безпеки інформаційних ресурсів в автоматизованих системах. До інформаційних ресурсів відноситься

інформація, засоби обробки інформації та (звернемо увагу) обслуговуючий персонал (НД ТЗІ 1.1-003-99);

– забезпечення інформаційної безпеки інформаційних технологій, зокрема в інформаційно-комунікаційних системах. На цьому етапі об'єктом захисту стає також відкрита інформація, важлива для особи, суспільства та держави;

– забезпечення кібернетичної безпеки кіберпростору. Кіберпростір охоплює інформацію, інформаційні технології, персонал, користувачів і все те, що виникає при комунікаціях суб'єктів і об'єктів та взаємодії їх між собою.

Сформулюємо головні відмінності інформаційної та кібербезпеки, користуючись переліком «Базові заходи кібербезпеки», які наведені в роботі [19]:

- Об'єктом забезпечення кібербезпеки стає кіберпростір. Його важлива складова – інформаційно-комунікаційна та телекомунікаційна системи.

- Ще більше приділяється уваги готовності мереж, що важливо з точки зору відбиття DDOS-атак.

- Суб'єктом забезпечення кібербезпеки стають, крім персоналу, конечні користувачі. Для безпеки конечних користувачів передбачаються низка заходів, включаючи застосування персональних між мережевих екранів та систем виявлення вторгнень.

- Методи соціальної інженерії є не лише засобом нападу, а й захистом від атак.

- Актуалізуються як обов'язкові процеси менеджменту, моніторингу і аудиту, динаміка яких є предметом даного дослідження.

2. Особливості кібербезпеки у промисловій сфері

У промисловій сфері інформаційні технології повинні відповідати підвищенням вимогам до експлуатаційних характеристик та параметрів безпеки. Наприклад, переважна більшість особливих міркувань наведені у публікації МАГАТЕ STI/PUB/1527 [20], які показують основні особливості системи кібербезпеки у сфері промислового виробництва. У табл. 1 представлені на основі матеріалів Національного інституту стандартів і технологій США (НІСТ) дані щодо основних відмінностях промислових систем управління (ПСУ) та класичними системами на базі ІТ.

Таблиця 1 – Відмінності між системами на базі IT і ПСУ

Категорія	Система на базі інформаційних технологій	Промислова система управління
1	2	3
Вимоги до робочих характеристик	Не являється системою реального часу. Спрацювання має бути стабільним. Вимагається висока продуктивність. Можуть бути прийнятними великі затримки та флуктуації	Являється системою реального часу Критичним являється час спрацювання. Прийнятна помірна продуктивність. Великі затримки та/або флуктуації являються серйозною проблемою
Вимоги до експлуатаційної готовності	Такі види реакції як перенавантаження прийнятні. Недоліки у плані експлуатаційної готовності часто можуть бути допустимі, у залежності від експлуатаційних вимог системи	Такі види реакції як перенавантаження можуть виявитись не прийнятними з погляду вимог процесу до експлуатаційної готовності. Відключення повинні плануватись завчасно, за декілька днів/тижнів. Висока експлуатаційна готовність вимагає широких випробувань перед введенням в експлуатацію
Вимоги у відношенні управління ризиком	Конфіденційність і цілісність являються головними вимогами. Відмово стійкість менш важлива – короткочасне відключення не створює значного ризику. Головним наслідком у плані ризику являється затримка виконання бізнес операцій	Головною вимогою являється безпека персоналу, а потім захист технологічного процесу. Відмово стійкість вельми важлива, навіть короткочасне відключення не прийнятне. Головними наслідками у плані ризику являється не дотримання регулюючих положень, втрата життя людей, обладнання або продукції

НТБ ОНАХТ

1	2	3
Питання фізичної безпеки, яким надається основна увага в архітектурі	Першочергова увага приділяється захисту активів ІТ та інформації, яка зберігається у цих активах або передається між нами. Для центрального сервера може бути потрібною висока степінь захисту	Головною метою являється захист периферійних клієнтів (наприклад, таких периферійних пристроїв, як контролери технологічного процесу захист центрального сервера також являється важливим
Не навмисні наслідки	Рішення по забезпеченню фізичної безпеки проектуються на основі технічної системи ІТ	Інструментальні засоби забезпечення фізичної безпеки повинні проходити тестування, з тим щоб гарантувати, що вони не створюють загрози нормальній роботі ПСУ
Взаємодія з критичними часовими параметрами	Менш критична взаємодія в аварійних ситуаціях. Може бути здійснена з необхідній степені контролем доступу із жорсткими обмеженнями	Критично важливою є реакція на взаємодію людей та інші види взаємодії в аварійних ситуаціях. Доступ до ПСУ слід строго контролювати, але при цьому не повинні створюватись перепони взаємодії «людина-машина»
Експлуатація системи	Системи проектуються для використання зі стандартними операційними системами. Оновлення не являється складним при наявності автоматизованих засобів розгортання	Різні та розроблені по замовленню операційні системи, часто без можливостей забезпечення фізичної безпеки. Зміни програмного забезпечення повинні проводитись обережно, за звичай постачальником програмного забезпечення, з погляду наявності спеціалізованих алгоритмів управління та можливості наявності змінених апаратних засобів та програмного забезпечення

НТБ ОНАХТ

1	2	3
Ресурсні обмеження	Системи задаються з достатніми ресурсами для підтримки додавання сторонніх прикладних програм, таких як рішення по забезпеченню фізичної безпеки	Системи проектуються з метою підтримки запланованого виробничого процесу з мінімальною пам'яттю та обчислювальними ресурсами в підтримку додавання технології фізичної безпеки
Системи зв'язку	Стандартні комунікаційні протоколи. Головним чином проводові мережі з певними локалізованими можливостями безпроводового зв'язку. Типова практика роботи з мережами IT	Численні спеціалізовані та стандартні комунікаційні протоколи Використовується декілька типів засобів комунікацій, включаючи спеціалізовані проводові мережі без проводові (радіо та супутникові) комунікації. Мережі являються складними та іноді вимагають експертних знань інженерів з систем управління
Управління змінами	Змінення програмного забезпечення здійснюється своєчасно за наявності хорошої політики та процедур фізичної безпеки. Процедури часто автоматизовані	Змінення програмного забезпечення повинно повністю піддаватись тестуванню і проводитись у системі поступово з метою збереження цілісності системи управління. Відключення ПСУ часто повинні плануватись та розподілятись за графіком завчасно, за декілька днів/тижнів
Комплексна підтримка	Допускаються різноманітні стилі підтримки	Сервісна підтримка здійснюється за звичай здійснюється єдиним постачальником
Термін служби компонентів	Термін служби складає прядка 3 – 5 років	Термін служби складає прядка 15 – 20 років
Доступ до компонентів	Компоненти за звичай локалізовані й легкодоступні	Компоненти можуть бути ізольованими, віддаленими і вимагати значних фізичних зусиль для отримання доступу до них

НТБОНАХТ

3. Управління процесами аудиту кібербезпеки

Цикли важливі при вирішенні практичних задач кібербезпеки. Циклічність і прогнозування за допомогою минулих циклів майбутніх станів складають суть сучасного підходу до процесно-орієнтованого управління.

У стандарті ISO 9001:2008 сформульовані вимоги до системи менеджменту якості, щодо постійного поліпшення її результативності на основі процесно-орієнтованого підходу [21]. Всім процесам виробництва продукції чи послуг в організації притаманні певні відхилення від заданих значень внаслідок багатьох причин. Для зниження відхилень виробництва застосовують в управлінні, наприклад, концепцію PDCA (плануй (Plan), роби (Do), перевіряй (Check), дій (Act)). Результативність процесів забезпечується управляючим зворотним зв'язком по критерію, який необхідно поліпшити із заданою точністю.

Основними елементами циклу PDCA є (рис. 3):

P – визначення цілей та прийняття рішення щодо необхідних змін (розробляння плану);

D – здійснення змін (втілення плану);

C – вимірювання та аналіз результатів (контроль виконання плану);

A – проведення необхідних дій, якщо результати не відповідають запланованим, або стандартизація дій у випадку успіху (виправляння плану).



Рис. 3. Цикл постійного поліпшення системи менеджменту якості згідно стандарта ISO 9001:2008

У міжнародному стандарті ISO 9000 дано таке визначення: «Процес – це сукупність взаємозв'язаних або взаємодіючих видів діяльності, які перетворюють входи у заплановані виходи». Процес управління – це певна сукупність управлінських дій, які направлені на досягнення цілей шляхом перетворення ресурсів на «вході» (фінансові, матеріально-технічні та кадрові) у потрібний результат забезпечення життєдіяльності на «виході» системи. В середині процесу відбувається застосування та переробка матеріальних або фінансових потоків, інформації в інші потоки або послуги. Аналіз та поліпшення виконують по відношенню до процесу в цілому для досягнення цілі в умовах, що склалися.

Усе, що отримано на виході процесу, має бути перевірено. Для прийняття рішення власник процесу повинен отримати інформацію про хід процесу, про результати процесу та інформацію від споживача, щодо степені його задоволеності продуктом. Власник процесу контролює із встановленою періодичністю хід процесу та приймає рішення у випадках відхилення ходу процесу від нормального. Власник процесу в ході управління планує (Plan) розподіл ресурсів для досягнення цілей процесу з максимальною ефективністю. В ході виконання (Do) процесу власник перевіряє (Check) хід процесу на основі інформації, яка поступає в результаті вимірювання параметрів процесу. Власник процесу веде оперативне управління процесом, коригуючи (Act), змінюючи хід процесу. Діяльність власника процесу носить циклічний характер при нормальному ході процесу або аперіодичний – у випадках виникнення проблемних ситуацій, які вимагають термінового втручання. Процес – це модель реальної діяльності. Для того, щоб процедура виконувалася правильно й ефективно, всі ці етапи повинні безупинно, послідовно й циклічно повторюватися. Останнім часом такі цикли називають кібернетичними. Кібернетичні цикли управління знаходять застосування у процесах проведення аудиту кібербезпеки.

При управлінні інформаційною безпекою використовують процеси оцінки ризиків інформаційної безпеки, організації і експлуатації захисних заходів, навчання персоналу інформаційній безпеці та інші. Серед них визначальними є процеси контролю та перевірки інформаційної безпеки. Аудит займає особливе місце в системі забезпечення інформаційної безпеки об'єкта інформаційної діяльності, який формує незалежну оцінку інформаційної безпеки. Своєчасність, точність і повнота оцінок інформаційної безпеки, отриманих у результаті ауди-

ту, дають змогу виявити вразливості системи, скоригувати їх, щоб удосконалити процеси забезпечення інформаційної безпеки.

Результативність, надійність та об'єктивність висновків за результатами аудиту забезпечуються чітким дотриманням принципів проведення аудиту, таких як: відповідальність, обачність, неупередженість, непідкупність та уміння зберігати таємницю та інших.

Використання ризико-орієнтованого підходу до планування заходів аудиту є одним з можливих варіантів збільшення ефективності аудиту (рис. 4).

Аудит може бути зовнішнім та внутрішнім за методами проведення.

Зовнішній аудит – разовий захід та проводиться за ініціативою керівництва сторонньою організацією відповідної кваліфікації. Висновки за результатами цього аудиту використовуються для покращення якості процесів організації. Проводити його слід регулярно.

Для самооцінки стану інформаційної безпеки силами самої організації проводиться внутрішній аудит, тобто проводиться пошук слабких місць, покращення якості процесів організації, оцінка ступеня відповідності системи забезпечення безпеки вимогам діючих нормативно-правових документів. Ця діяльність є безперервною і затверджується керівництвом організації.

Аудит починається з процедури ініціації. На цьому етапі повинні бути визначені межі проведення обстеження, до яких відносяться переліки: фізичних осіб, ресурсів, приміщення, основні види загроз, організаційні, фізичні та програмно-технічні аспекти забезпечення інформаційної безпеки.

Найскладніший та найтриваліший етап це збирання інформації аудиту, тому що саме на цьому етапі проводиться вивчення документації та тісна взаємодія аудитора з посадовими особами організації.

Далі аудитори повинні виконати аналіз даних, при цьому можна використовувати один із трьох методів.

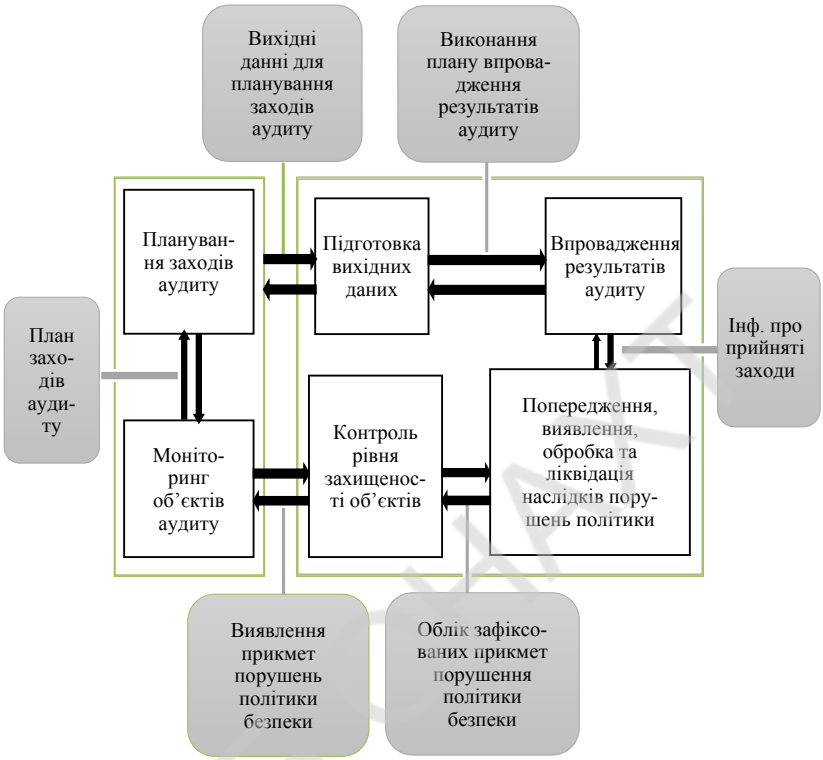


Рис. 4. Схема реалізації ризико-орієнтованого підходу до планування заходів аудиту

Перший підхід, який базується на аналізі ризиків – найскладніший, трудомісткий та вимагає найвищої кваліфікації аудитора, тому що необхідно визначити індивідуальний набір вимог інформаційної безпеки, що враховує особливості середовища її функціонування та існуючі загрози інформаційної безпеки.

Другий підхід – практичний та опирається на використання стандартів інформаційної безпеки, які визначають базовий набір вимог інформаційної безпеки. Стандарти можуть визначити різні набори вимог залежно від рівня захищеності, приналежності та призначення.

Третій підхід припускає комбінування перших двох. Він є найефективніший. Базовий набір вимог інформаційної безпеки визнача-

ється стандартом, додаткові вимоги формуються а основі аналізу ризиків.

Четвертий підхід складний і найбільш відповідальний. Аналіз ризиків – це те, з чого повинна починатися побудова будь-якої системи інформаційної безпеки. Він полягає у виявленні існуючих ризиків та їх оцінки якісної або кількісної.

Далі проводиться оцінка відповідності вимогам стандартів. Виявляться вимоги інформаційної безпеки, які не реалізовані в системі. Виходячи з цього, робляться висновки про відповідність.

Вироблення рекомендацій за наслідками аналізу, які повинні бути конкретними, економічно обґрунтованими, аргументованими (підкріпленими результатами аналізи) і відсортованими за ступенем важливості.

Підготовка звітних документів, які повинні містити опис цілей проведення аудиту, характеристику обстеження, вказівку границь проведення аудиту та методів. Звіт є основним результатом проведення аудиту, якість якого характеризує якісь роботи аудитора.

Завдяки циклічній схемі управління процесом аудит функціонує в контурі із зворотним зв'язком. Тоді, мається певне запізнювання, можуть проявлятись різні нелінійні явища. Ці явища можуть негативно впливати на надійність системи аудиту і всієї системи управління кібербезпекою.

Сучасна теорія нелінійних динамічних систем надає просунуті методи їх дослідження. Перейдемо до розгляду характеру можливого впливу нелінійності на роботу систем управління аудитом кібербезпеки.

4 Пристосування математичної моделі циклічного управління до процесів управління аудитом

4.1 Виведення експериментальних модельних формул

Подібна задача вирішувалась стосовно циклічного управління кібербезпекою в [див. 8] і стосовно управління колективною та індивідуальною свідомістю громадян у [див. 9]. «Ефективність людської дії здебільшого залежить від правильного управлінського рішення, що, у свою чергу, залежить від інформаційного моделювання ситуації, від пошуку потрібної інформації та її переробки. Лавиноподібне зростання інформаційних потоків, у яких змішувались потрібна і непотрібна інформація («інформаційні шуми»), у значній мірі утруднив поведінку людини та висунув на передній план вибірковий пошук потрібної

інформації з наступною її редукцією для прийняття тих чи інших рішень [22, с. 142]».

В процесі аудиту збирається, обробляється і генерується інформація щодо загроз, механізмів захисту, дій персоналу тощо. Інформація поступає у вигляді документів, повідомлень, які утворюють дискретний потік. Тому модель має формуватись не за допомогою аналогових диференційних рівнянь, а за допомогою, так званих, дискретних відображень. Нас цікавлять такі найпростіші моделі, які можна розв'язувати цифровими методами [23].

Процеси навколишнього світу бувають лінійні і нелінійні. Фізичні процеси часто описують лінійними функціями. Але нелінійних залежностей у природі значно більше. Зокрема, соціальні, економічні, психологічні процеси, як правило, нелінійні. Тому математична модель процесів управління аудитом інформаційної безпеки має бути нелінійною.

Найпростішими нелінійними функціями є квадратичні або гіперболічні функції. Оберемо найпростіші нелінійні дискретні відображення, які описані Малінецьким [24] і вперше були досліджені Фейгенбаумом.

Будемо розглядати деякий аналітичний процес управління від моменту часу, коли на початку циклу управління в момент t_0 на вхід управляючого елемента системи подавався вектор вхідних сигналів $\mathbf{X}_0 = \{x_{01}, x_{02}, ...\}$, обчислено результат $\mathbf{S}_0$, на виході управляючого елемента системи маємо вектор вихідних сигналів $\mathbf{Y}_0(S_0)$. Припустимо, що сума $\mathbf{S}$ та вихідний сигнал $\mathbf{Y}_0(S_0)$ запам'ятовується у системі. Саме така вимога необхідна, щоб інтелектуальна динамічна система не «забувала» свою, принаймні найближчу, історію [25].

Функціонал перетворень в управляючому циклі нам невідомий. Щоб вивчити вклад управляючого елемента в процес управління, будемо вважати, що, у найпростішому випадку, всі інші перетворення в управляючому однозначні і мають адитивний характер. Тоді, в кінці циклу управління в момент часу t_1, після закінчення перехідних процесів, маємо вектор вхідних сигналів $\mathbf{X}_1 = \{x_{11}, x_{12}, ...\}$, встановлюється сума S_1, на виході управляючого елемента системи маємо вихідний сигнал $Y_1(S_1)$. При цьому, $S_1 = S_0 + s_{in}$, де s_{in} – зміна суми S під впливом потоку управління. Потік управління може бути постійним, періодичним; хаотичним або шумовим тощо.

Задамо найпростіше нелінійне правило переходу від $Y_0(S_0)$ до $Y_1(S_1)$ таким чином, щоб зміна суми S за один крок в одному управляючому елементі циклу записувалася так:

$$S_1 = \frac{dy}{dS} = \alpha S_0 (1 - S_0) + s_{in}. \quad (1)$$

Провівши ітераційні перетворення, у загальному вигляді отримуємо формулу

$$S_{n+1} = \alpha S_n (1 - S_n) + s_{in}, \quad (2)$$

де n – номер ітерації, яке можна вважати модельним часом;

α – параметр, який називають коефіцієнтом росту.

Таким чином, отримано одномірне дискретне відображення із вхідним потоком. Якщо $s_{in} = 0$, то маємо одномірне дискретне відображення, яке наливають *логістичним відображенням* і яке ретельно проаналізоване у численних публікаціях [див. 24]. Зокрема відомо, що при невеликих значеннях α ($0 < \alpha < 1$) $S_n \to 0$ при $n \to \infty$, незалежно від вибору початкового значення S_0. Існують нерухомі точки, для яких справедлива рівність

$$S^* = \alpha S^* (1 - S^*). \quad (3)$$

При $\alpha < 1$ квадратне рівняння (3) має один невід'ємний корінь $S^* = 0$. Нерухома точка стійка. При $\alpha > 1$ невід'ємних коренів два: $S^* = 0$ і $S^* = (\alpha - 1) / \alpha$. При $\alpha = 1$ нерухома точка $S^* = 0$ втрачає стійкість, а нова нерухома точка стає стійкою. При цьому, із збільшенням α виникають коливання. Управляючий елемент буде видавати по черзі два рішення: числа. При подальшому збільшенні α виникають наступні біфуркації подвоєння періоду за сценарієм Фейгенбаума та детермінований хаос.

Тепер розглянемо найпростішу модель циклового інформаційного процесу управління, який складається з двох етапів:

- аналізу інформаційного потоку даних аудиту (відбір потрібної інформації, редукція, консолідація, переробка) – x_{in}. Інтенсивність дискретного інформаційного потоку управляючого елемента цього етапу позначимо за x;

- прийняття рішень та обробки вихідного інформаційного потоку для корекції заходів захисту (формування та видача управлінського

рішення) – x_{out}. Інтенсивність дискретного інформаційного потоку управляючого елемента цього етапу позначимо за у.

Врахуємо прямі та зворотні зв'язки між управляючими елементами циклу за допомогою коефіцієнтів двох типів.

Коефіцієнти *p, q* характеризують синтаксичну обробку інформації (формати, списки, таблиці тощо).

Коефіцієнти k_{ij} характеризують семантичну обробку інформації, коли робляться висновки, нові рішення, виникає нова інформація. Після простих перетворень нашу математичну модель динамічної системи Ф(*x*, *y*) приводять до такого вигляду:

$$\Phi(x, y) = \begin{cases} x_{n+1} = x_n - k_{xy} p x_n^2 + k_{yx} q y_n^2 + x_{in} \\ y_{n+1} = y_n + k_{xy} p x_n^2 - (k_{yx} + k_{out}) q y_n^2 \end{cases}, \quad (4)$$

де *x, y* – динамічні змінні, які визначають інтенсивність інформаційних елементів потоку на етапах обробки інформації; k_{ij} – перехідні коефіцієнти, що характеризують динамічну взаємодію етапів обробки інформації; *p, q* – розподільчі коефіцієнти, x_{in} – інтенсивність інформаційних елементів потоку, що поступають на перший етап обробки; причому, $\{k_{ij}\}$ и $\{p, q\} \in (0,1)$, $\{x, y\} \in R$, $x_{in} = const \in R^+$.

Наявність у системі двох груп коефіцієнтів (k_{ij} та *p, q*) має конкретну фізичну інтерпретацію: коефіцієнти k_{ij} описують відносну величину редукції і консолідації інформації за синтаксичними ознаками, наприклад, форматами відомостей і повідомлень, та задають долю інформаційного потоку, який переходить з одного етапу на сусідній.

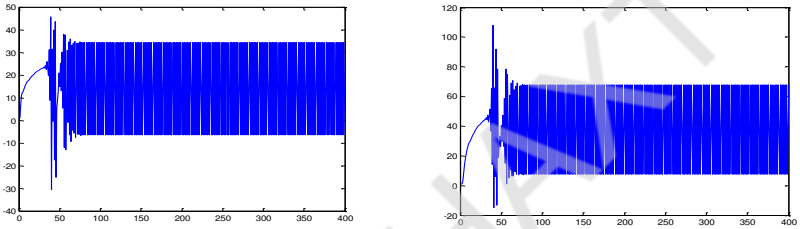
Частина інформаційного потоку переходить на попередній етап обробки для виправлення неточностей, врахування зауважень тощо. Коефіцієнти *p, q* описують розподіл елементів інформаційного потоку за їх видами по семантичним ознакам, наприклад, по змісту. Перехід між етапами обробки у нелінійній системі визначається добутком коефіцієнтів обох груп.

Методи дослідження дискретних відображень проаналізовані у численних публікаціях [див. 24]. Авторами було проведено вирішення системи дискретних відображень чисельними методами. Розглянемо результати експериментів.

4.2 Результати математичних експериментів.

Процедури аналізу динамічних систем включають перевірку всіх траєкторій на стійкість та виявлення початкових умов, за яких траєк-

торії потрапляють в околи кожної з нерухомих точок. У даному випадку доцільно встановлювати початкові умови виходячи із практичних міркувань – на початку моделювання на всіх етапах обробки інформації руху немає і здійснюється включення вхідного потоку заданої інтенсивності. Тому, для відображення рівнянь руху чисельно вирішуємо систему рівнянь (4) при початкових умовах: $x_0 = 0$; $y_0 = 0$. Графіки рівнянь руху у вигляді проекцій на площини 0xt, 0yt при тих же значеннях коефіцієнтів системи рівнянь (4), інтенсивності вхідного потоку $x_{in} = 4{,}94$ показані на рис. 5.



а **б**

Рис. 5. Графіки рівнянь руху в проекціях на площини: а – 0xt; б – 0yt

Рішення мають три характерні ділянки: початкова, турбулентна і усталена (при заданих значеннях параметрів – квазіперіодична). Початкова ділянка (модельний час t у проміжку від 0 до 30 одиниць) відрізняється плавним зростанням величини інтенсивності потоку. Початкова ділянка тим довша, чим менша інтенсивність вхідного потоку.

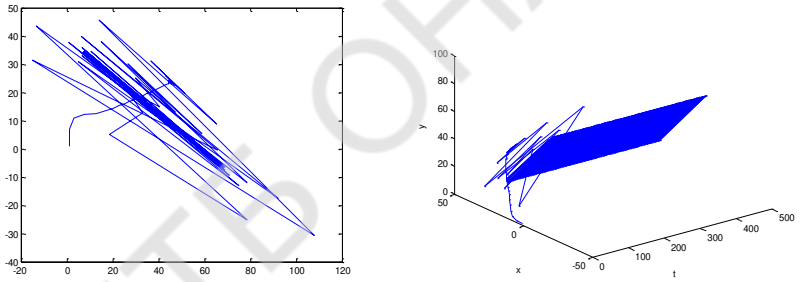
Турбулентна ділянка на графіках рис. 5 триває у проміжку від 30 до 70 модельних одиниць, характеризується хаотичними коливаннями, викиди досягають великих значень і при збільшенні інтенсивності вхідного потоку прямують до нескінченності.

Турбулентності у цій моделі, за даних параметрів виникають при $x_{in} > 4{,}94$. Поступово хаотичні коливання затухають і замінюються стаціонарними квазіперіодичними коливаннями. В усталеній ділянці, в залежності від величин параметрів системи, відбуваються біфуркації подвоєння періоду Фейгенбаума. Періодичні коливання змінюються на квазіперіодичні а потім – динамічним хаосом [26, с. 184].

Причиною виникнення коливань і турбулентності являються зворотні зв'язки у кожному з етапів обробки інформації та перехідні процеси при включенні потоку. Потік не може вирости миттєво і наростає плавно, а потім виникає турбулентність.

4.3 Турбулентні перехідні процеси

Коливальний характер процесів системи (4) тісно пов'язаний з турбулентними явищами перехідного періоду. Ці явища мають у своїй основі причину – наявність у системі позитивних зворотних зв'язків. Для більш детального аналізу турбулентної ділянки процесу обробки інформаційного потоку в системі (4) розглянемо фазовий портрет системи у перехідному і стаціонарному режимах. Значення коефіцієнтів системи та початкові умови залишаються тими ж. На рис. 6 а представлена проекція багатовимірного фазового портрета на площину $0xy$, тобто атрактор, а на рис. 6 б – його проекція на трьохвимірний простір $0xyt$. Останнє дозволяє прослідкувати еволюцію траєкторії до атрактору.

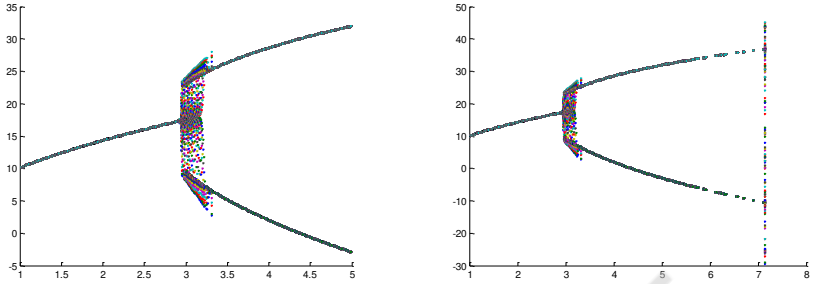


а **б**

Рис. 6. Перехідний процес:
а – атрактор системи; б – його еволюція

У турбулентному режимі спостерігаються хаотичні траєкторії. У стаціонарному режимі маємо атрактор.

Розглянемо структурну стійкість системи. Для дослідження структурної стійкості системи вивчені біфуркаційні діаграми, приклад яких показано на рис. 7. Перша біфуркація співпадає з виникненням турбулентності. Навколо стійкої і нестійкої гілок біфуркації виникають хаотичні коливання (так званий «чубчик»).



а **б**

Рис. 7. Біфуркаційна діаграма: а – при x_{in} в інтервалі [1, 5]; б – при x_{in} в інтервалі [1, 8]

Деякі траєкторії мають спрямовуються до нескінченності. У моделі вони досягають –NaN або +NaN (мінус і плюс машинної нескінченності). Такі траєкторії в моделі «гинуть». Траєкторії, що вижили, можуть існувати і при другій біфуркації подвоєння періоду. Але при збільшенні інтенсивності вхідного потоку траєкторій, які вижили, стає все менше. Тому дослідження другої біфуркації у цій моделі, з наявними комп'ютерними ресурсами, практично неможливо. Можна припустити, що друга біфуркація також супроводжується турбулентністю. На рис. 7 б видно залишки «чубчика» на другій біфуркації.

Таким чином, турбулентність динамічних систем типу системи (1), для яких характерна наявність позитивних зворотних зв'язків, визначаються природними властивостями цих систем. Турбулентність виникає як при включенні вхідного інформаційного потоку, так і при його виключенні. Управління вхідним потоком не змінює якісний характер турбулентності, який визначається властивостями системи (1), але дозволяє зменшити величину викидів.

Отримані в даній роботі результати, застосовні у багатьох областях. Наприклад, силова установка автомобіля на холостих обертах може викликати сильні коливання корпусу автомобіля, навіть якщо він стоїть на місці. Під час руху збільшуються потужність і оберти двигуна, а трясіння корпуса зникає і далі залежить лише від нерівностей дороги. Процеси виводу на повну потужність крупних енергетичних агрегатів, атомних реакторів тощо та їх зупинка також проявляють ознаки нестійкості.

НТБОНХТ

Таким чином, можна визначити інтервал значень параметрів нормального функціонування нелінійного процесу у складі циклічної системи управління аудитом. При виході за межі цих інтервалів виникають біфуркації, що виражаються у появі періодичних, а потім нерегулярних коливань, а далі у появі детермінованого хаосу.

Висновки

Проведено уточнення поняття «кібербезпека», яке здійснено відносно розширення об'єктів забезпечення кібербезпеки у порівнянні з поняттям «інформаційної безпеки».

Найпростіша дискретна математична модель динаміки циклічного процесу пристосована до обробки даних аудиту, яка описує два етапи: етап аналізу інформаційного потоку даних аудиту (відбір потрібної інформації, редукція, консолідація, переробка); та етап прийняття рішень й обробки вихідного інформаційного потоку для корекції заходів захисту (формування та видача управлінського рішення).

У системі аудиту кібербезпеки для своєї безперервної роботи, яка управляється за принципами кібернетичних циклів управління, можливі порушення нормальної їх роботи із-за впливу нелінійності при високій інтенсивності процесів. Тоді, ці явища можуть негативно впливати на надійність функціонування системи аудиту кібербезпеки.

Можна визначити інтервал значень параметрів нормального функціонування процесу аудиту кібербезпеки складі циклічної системи управління. При виході за межі цих інтервалів виникають біфуркації, що виражаються у появі періодичних, а потім нерегулярних коливань а далі детермінованого хаосу.

Проведене дослідження моделі динамічних систем з двохрівневим потоком показало, що в них можуть виникати стаціонарні квазіперіодичні коливання, біфуркації, а в перехідний період можливі турбулентність і сингулярність.

Отримані результати дозволяють підвищити ефективність роботи циклічних систем управління обробкою інцидентів інформаційної безпеки.

Напрямом подальшої роботи буде детальний аналіз моделі динаміки процесів аудиту кібербезпеки.

НТБ ОНАЗТ

Список використаної літератури

1. Бурячок, В.Л. Інформаційна та кібербезпека: соціотехнічний аспект: підручник / В. Л. Бурячок, В.Б. Толубко, В.О. Хорошко, С.В. Толюпа; за заг. ред. д-ра техн. наук, професора В. Б. Толубка. – К.: ДУТ, 2015. – 288 с.

2. Соколов М.С. Кибернетическая безопасность – понятие, значение и эволюция от военных основ к самостоятельному виду безопасности // Военное право. – 2012. – № 1. – 24 с. – Режим доступу: http://db.inforeg.ru/eni/artList.asp?j=4&id=0220913464&idfull=0421200099

3. Архипов, А. Приставка кибер-: все ли очевидно? / Александр Архипов // Захист інформації. Том 18, №3. – 2016. – С. 203-209.

4. Руководство по передовой практике защиты важнейших объектов неядерной энергетической инфраструктуры от террористических актов в связи с угрозами, исходящими от киберпространства / Антитеррористическое подразделение Департамента по противодействию транснациональным угрозам Секретариата ОБСЕ. – ОБСЕ: Vienna, Austria, 2013. – 96 с.

5. Курило А.П. Аудит информационной безопасности / Курило А.П., Зефиров С.Л., Голованов В.Б. / М.: Издательская группа «БДЦ-пресс». – 2006. – 304 с.

6. Аудит та управління інцидентами інформаційної безпеки : навч. посіб. /[Корченко О.Г., Гнатюк С.О., Казмірчук С.В. та ін.]. – К.: Центр навч.-наук. та наук.-пр. видань НА СБ України, 2014. 190 с.

7. Тардаскіна Т.М., Кононович В.Г. Менеджмент інформаційної безпеки в галузі зв'язку: навч. посібник. Затверджено Міністерством освіти та науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів [Лист № 1/11-7791 від 13 серпня 2010 року] / – Одеса: ОНАЗ, – 2010. – 268 с.

8. Кононович В.Г. Нелінійні моделі циклічного управління кібербезпекою / В.Г. Кононович, І.В. Кононович, А.І. Міхова // «Інформаційні управляючі системи та технології» (ІУСТ – ОДЕСА – 2015). Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22-24 вересня 2015 р., Одеса / відп. ред. В.В. Вичужанін. – 2015. – 336 с. – С. 171-173.

9. Кононович В.Г. Модель системы информационной безопасности консолидированной информации при информационном противоборстве (Раздел 16) / В.Г. Кононович, И.В. Кононович // Информационные технологии и защита информации в информационно-коммуникационных системах : монография / под редакцией

В.С. Пономаренко – Х. : Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2015. – 486 с. – С. 220-233.

10. В.Ф. Ситник Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2009. – 614 с.

11. Орлов А.И. Теория принятия решений. Учебное пособие / А.И.Орлов. – М.: Издательство Экзамен, 2005. – 656 с. – Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m157/1_1.htm

12. Прохоров С.А., Федосеев А.А., Иващенко А.В. Автоматизация комплексного управления безопасностью предприятия / Самара: СНЦ РАН, 2008 – 55 с.

13. Кононович В.Г. Технічна експлуатація систем захисту інформації телекомунікаційних мереж загального користування. Частина 4 – Інформаційна безпека комунікаційних мереж та послуг. Реагування на атаки: навч. посібник / В.Г. Кононович, С.В. Гладиш; За ред. чл.-кор. МАЗ В.Г. Кононовича. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2009. – 208 с.

14. Круг П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.

15. Кононович, В.Г. Вплив нелінійності нейрона на циклічну систему управління / В.Г. Кононович, О.Ю. Козлова, О.Ю. Кунянський // Інформатика та математичні методи моделювання. – Одеса. – 2016. Том 6. № 3. – С. 290-296.

16. Козлова О.Ю., В.Г. Динамічні властивості процесів забезпечення кібербезпеки на прикладі аудиту кібербезпеки / О.Ю. Козлова, В.Г. Кононович, І. В. Кононович, М.Г. Романюков, Л.М. Тимошенко // Інформатика та математичні методи моделювання. – Одеса. – 2017. Том 7. № 3. – С. 205-212.

17. Про Основні засади забезпечення кібербезпеки України. Наказ від 05.10.2017 р. за № 2163-19 [Електронний ресурс] // Законодавство України – Режим доступу http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2163-19

18. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки. Наказ від 09.01.2007 р за № 537-16 [Електронний ресурс] // Законодавство України – Режим доступу http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/537-16

19. Марков А.С. Руководящие указания по кибербезопасности в контексте ISO 27032 / А.С. Марков, В.Л. Цирлов // Вопросы Кибербезопасности, № 1(2), 2014. – С. 28-25.

20. МАГАТЕ STI/PUB/1527 «Компьютерная безопасность на ядерных установках. Справочное руководство // Технические руково-

дящие материалы». – МАГАТЭ, Вена, 2012 (Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности № 17). – 90 с.

21. 21 ДСТУ ISO 9001:2009 Системи менеджменту якості. Вимоги [Аналог ISO 9001:2008]. – 32 с.

22. Информационная безопасность системы организационного управления. Теоретические основы : в 2 т. / Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба, Е.А. Микрин и др.; [отв. ред. Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба] ; Ин-т проблем передачи информ. РАН. – М.: Наука, 2006. Т.1 – 495 с.

23. Шампайн Л.Ф. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием МАТЛАБ: Учебное пособие / Л.Ф. Шампайн, И. Гладвел, С. Томпсон. Пер. с англ. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 304 с. (Учебники для вузов. Специальная литература).

24. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. / Г.Г. Малинецкий. – М.: КомКнига, 2005. – 312 с.

25. Лачинов В.М. Информодинамика или Путь к Миру открытых систем / [Електронний ресурс] В.М. Лачинов, А.О. Поляков. – СПб: Издат. СПбГТУ, 1999. – С. 364. (Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации). – Режим доступу: http://www.polyakov.com/informodynamics/index.html. – Назва з екрану.

26. Табор М. Хаос и интегрируемость в нелинейных системах / Табор Михал. Пер. с англ. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 320 с.

НТБОНАХТ

5. RENEWABLE ENERGY SOURCES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

5. ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

MODELLING OF PHOTOVOLTAIC SOLAR CELLS BY MODIFYING FINS CONFIGURATION OF THE AIR-COOLED HEAT SINKS FOR POWER GENERATION

Author – Siarova A.
Supervisor – Shixue Wang
Tianjin University

The present research focus on three configurations ways of the cooling air-duct of a monocrystalline photovoltaic (PV) cell. The spacing within the fins, the fin's thickness, and the height of fins were examined to find out which is the best system configuration capable to decrease the PV cell temperature and thus, increase its efficiency. Economical approach was used to unbalance the decision where there's no much difference in terms of the achieved efficiency.

Lastly, models to predict the PV panel temperature were investigated and presented to provide a basic understanding of the change magnitude produced by these three configurations.

Objectives

General

The main goal of this research is to increase the electrical efficiency of photovoltaic solar cells for power generation system by modelling the effects of temperature and of the air duct system.

Specifics

In terms of the parameters to be analyzed, the study will focus on:

- ✓ Evaluation of different fins' configuration at the air duct;
- ✓ Temperature distribution at the interface between PV cell and air's duct;

With these parameters, through ANYSIS Fluent software were utilized to simulate the PV cell operation conditions and heat sink structure in order to increase the efficiency of the process.

Introduction

Energy is always present in our daily life. Fossil fuels are said to have some negatives impacts such as gaseous emissions, exhaustibility, and so on. Gaseous emissions are considered major concerns about greenhouse emissions and climate change at all. For instance, according to the United States for Environmental Protection Agency (US-EPA), it's reported that about 65% of carbon dioxide emissions is from fossil fuels and industrial activities [1].

Renewable energy (RE) has gained huge attention in last decades due to some advantages that they possess such, renewability (abundance of raw materials), non-pollution and/or less emissions, low operational costs, availability of source in worldwide, etc. Issues related to gaseous emissions and global warming are playing key roles toward the discovery and application of new renewable technologies. However renewable are promising solutions for the fossil fuels, the technologies applied to get this energy is still a challenge to make it possible at industrial scale or even to widely be applied due to some constraints related to the economy and technology itself. It's reported that oil and gas (fossil fuels) are still leading the energy grid in worldwide [2], what shows clearly that the utilization of renewable energy represents a long way to go throughout.

In this research, focus will only be given for modelling PV cell. PV cell is one of the most popular renewable energy technology. It converts solar radiation directly into electricity. It is reported that only about 15% of solar energy is converted into electricity while the remain goes to heat. The electrical efficiency of this process decreases with the increasing of the temperature of the PV modules. Decreasing PV module's temperature can boost the efficieny [1]. Air and water cooling are used to cool PV modules to maintain lower operating temperature and thus, increase the electric efficiency [4]. This study will address modelling of PV module's

DRAFT

temperature by optmizing the air cooling distribution and configuration of fins of the system.

Case study

Problem statement

As mentioned previously, the temperature of the PV Cells increases during its operation. When this happen the conversion of solar into electricity is not favored then the heat production. The main goal of this study is to produce electricity rather than heat. Therefore, techniques to low the PV cell temperature will be evaluated to accomplish this aim.

Hypothesis

To care on this study, fins' configuration (thickness, height & space within fins) at the air duct was the main parameters analyzed for the desired goal. Two hypotheses were considered, and there are:

H_0: *By changing fins configuration there is a decrease in PV cell temperature and though, increase in electrical efficiency.*

H_1: *Fins' configuration does not produce an improvement in electrical efficiency of PV cell module.*

By analyzing these two hypotheses, the study will try to answer these questions and quantify the magnitude of the change produced by each system configuration considered.

Literature review

The electricity from photovoltaic cells can be used for a wide range of applications, from power supplies for small consumer products to large power stations feeding electricity into the grid [5]. According to Bloomberg report, the cost of solar panels installation will drop to 60% by 2040 from the roof tops, and about 15% of world's electricity will come from solar panels [3]. This is an illustration of how the future will looks like relying to the solar energy. As reported previously, some other solar technologies have been used.

Teo *et al.* [4] studied an active cooling system for photovoltaic modules and, reports that for the case glass to glass PV with a cooling duct can give the highest efficiency and annual efficiency can vary between 9.75% and 10.41% for the cases considered. Many strategies have been developed in order to increase the efficiency of this process such as*: (1) increasing the roughness of absorber plate and wall of the*

channel (this requires lot of power pump)*; (2) presence of ribs in air channels* (enhance heat extraction performance due to the frictions); (3) *a plane booster and a flat plat collector* (augment effective absorption). These are examples of what previous studies have been developing to increase the power conversion efficiency by altering the surfaces of the used devices in PV systems.

Naphon [6] performed the optimization of the solar air heating, where was found that increasing of air flow rate increases the efficiency of the process. Another issue toward enhancing PV modules is related to the material used in these devices. Pottler *et al.* [7] carried out the optimization of absorber geometry. Joshi *et al.* [8] found that PV module glass-to-glass has better overall performance of hybrid thermal collector than glass-to-Tedlar. Hill & Pearsall [5] reports that the electrical output of a single cell is dependent on the design of the device and the semiconductor material(s) chosen but is usually insufficient for most applications. In order to provide the appropriate quantity of electrical power, a number of cells must be electrically connected. There are two basic connection methods [5, 9] *in series* and *in parallel.* PV solar cells can be connected in series to increase voltage and in parallel, to increase current [9]. In series connection, the top contact of each cell is connected to the back contact of the next cell in the sequence, and parallel connection, the top contacts are connected together, as are all the bottom contacts.

Studies of PV panel modification increased along the time as the aim is to improve the electrical efficiency which is still challenging. One of those modifications include the incorporation of air duct at the back of PV panel. Others, attaches fins or heats sinks to provide more heat removal. These modifications are the one which was used in this study, concretely, the installation of fins at the air duct.

Pramod & Shashishekar [2] performed experiences for PV cells with and without heat sink (fins) are they found that putting fins increase the efficiency of the process by lowering the PV panel temperature. Work done by Gardas & Tendolkar [3], showed that the efficiency decreases with the increases of PV panel's temperature (Figure 1).

PROOF

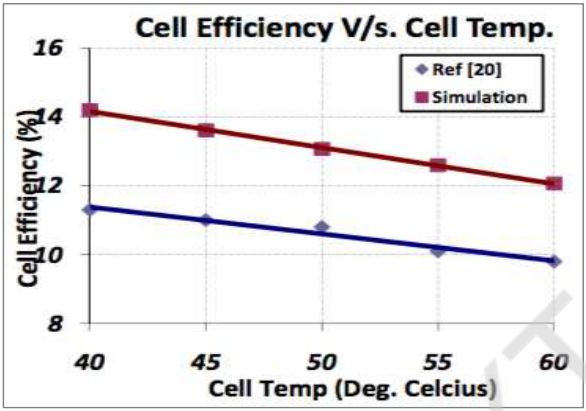


Figure 1. Relationship between the Electrical Efficiency and Cell Temperature at reference temperature of 25 °C

Methodology

Realization of the present work was chiefly conducted by executed from computer by simulating PV panel operating environment. Literature review (book, magazine, books, surveys, etc.) were the first action followed in order to get the background required to take ahead the desire of this research. The following section describe the numerical approaches considered for this aim.

Temperature Modelling of PV Cell

Figure 2 illustrate a typical PV cell module for power generation. The circled area (PV Cell & Air Duct) in orange color, represent the target area of this research. Modelling of PV Cell temperature distribution in the module was performed by ANSYS Fluent CFD Software (v.16.0). The design of fins configuration of the air duct was performed using **Autodesk Inventor Professional 2018**. The temperature profile simulation was firstly taken into Steady-State Thermal approach. Operating temperature of PV panel was assumed 80ºC of a clear day of summer in Tianjin (China), with an ambient temperature of 35ºC. The PV panel was a square shaped (0.5 x 0.5 *m*) of the length and width, considered vertically positioned. The air-cooling (air duct) was placed at back of the PV panel, with fins varying their thickness, height and the spacing within fins (see Figure). Dimensions of the air-cooled fins are presented in Figure 3 and the physical properties used in the PV model shown in Table 1. Please note that the anti-reflexive

coating (ARC) was ignored due to its small layer (100 x 10^{-9}) and thermal conductive values.

Table 1 – Air duct parameter specifications

Characteristics of fins	Values (range)	Unit
Height of fins	3 – 9	*cm*
Thickness of fins	0.1 – 0.3	*cm*
Space within fins	2.44 – 9.84	*cm*
Holes in fins	0.6	*cm*
Space within holes	3	*cm*

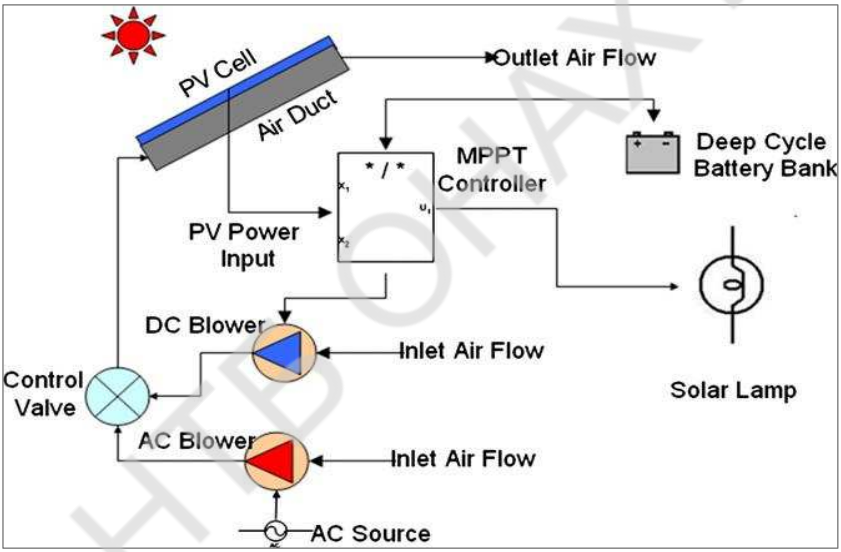


Figure 2. Schematic design of the PV cell module

Dimensions of the air-cooled fins are presented in Figure 3 and the physical properties of material used in the PV model shown in Table 1. The anti-reflexive coating (ARC) was ignored due to its small layer (100 x 10^{-9}) and thermal conductive values.

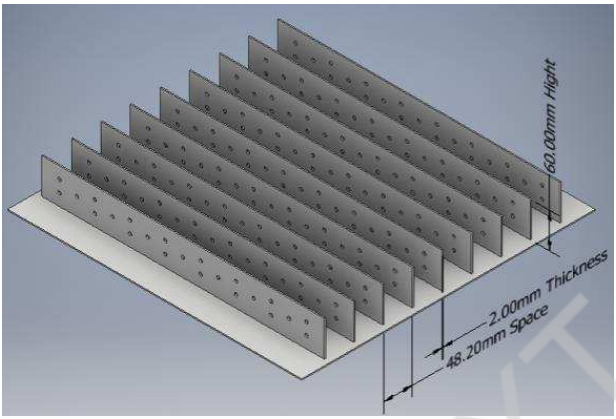


Figure 3. Typical fins' characteristics/ dimensions considered in this study

Mathematical formulations

The total energy absorbed by the PV cells, E_c, can be obtained by the relations developed by Cox and Raghuraman [10] and presented by Teo *et al.* [4].

$$E_c = p\alpha_c\tau_g G(t) \tag{1}$$

Due to solar irradiation, the electrical energy, E_{ce}, produced by the PV cell is expressed by the following equation:

$$E_{ce} = \eta_e p\tau_g G(t) \tag{2}$$

and the thermal energy, E_{ct}, released by the PV cell is as follows:

$$E_{ct} = \left(1 - \frac{\eta_e}{\alpha_c}\right) p\alpha_c\tau_g G(t) \tag{3}$$

Where p is the cell packing factor which is defined as the ratio of area of solar cell to the area of blank absorber; η_e is the cell efficiency represented as a function of the module temperature.

$$\eta_e = \eta_o[1 - \beta(T_c - T_a)] \tag{4}$$

Where η_o is nominal electrical efficiency under standard condition given by:

$$\eta_o = \frac{V_{mp} I_{mp}}{GA} \tag{5}$$

The D.C. output power from the PV panel is given by [4]:

$$P_o = V \times I \tag{6}$$

Results & discussions

Effects of variation of the spacing between adjacent fins

The steady state temperature spectrum from the maximum to the minimum can be seen throughout Figure 4. Comparing the three spacing (2.44 cm, 4.82 cm and 9.84 cm), it can easily be seen (Figure 5) that reducing the space within the fins offers advantages as the maximum temperature of the PV cell is 48.5ºC for spacing equal to 2.44 cm. Small spacing favors decrease of temperature because the air encounters more barriers than when the spacing is larger. Small spacing increases the fluid (air) residence time and thought, the amount of heat removal in the PV cell is greater than for long spacing. For about 4 times spacing lower, there was about ΔT=13.9ºC of the temperature gain for the current spacing.

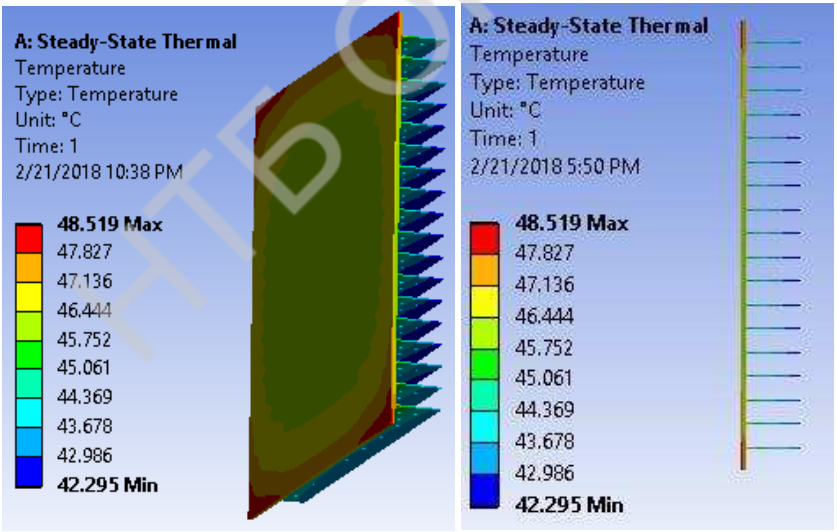


Figure 4. Spacing (2.44 cm) effect within the fins at the air duct. Front (left) & side view (right)

The yielded equation [$T\ (℃) = 1.8827x + 43.863$] is useful to determine the minimum temperature that can be reached with the considered system by changing the space within the fins at the air duct. It's clear that when the spacing (x) within the fins is to small ($x \to 0$), the minimum achievable PV temperature can be ~ 43ºC. However, reducing space to zero is not feasible from the economical point of view as this means to have a thicker and perforated bar as fin from the inlet to the outlet which can cost more money than small layers of fins. Therefore, optimal spacing needs to be found within 0 to 2.44 cm.

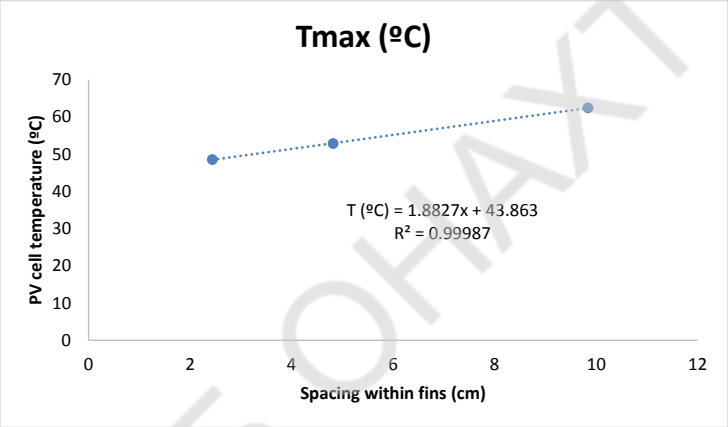


Figure 5. Effect of spacing within the fins of the air duct

Effects of varying the height of the fins at the air duct

Keeping the thickness (2 cm) and the space (4.82 cm) within different fins, the effect of fin's height variation (from 3 to 9 cm) is presented in Figure 6. Increasing fins' height favors the PV cell temperature to decrease. Increasing three (3) times in fin's height it decreases the PV temperature about 7ºC, what is equivalent to 2.3 ºC for each increasing in one (1) centimeter of fin's height (corresponding to 11.8%) from 3 to 6 cm. A linear module can be used to predict the temperature in the PV cell for quickly estimation in stages of dimensioning solar panels.

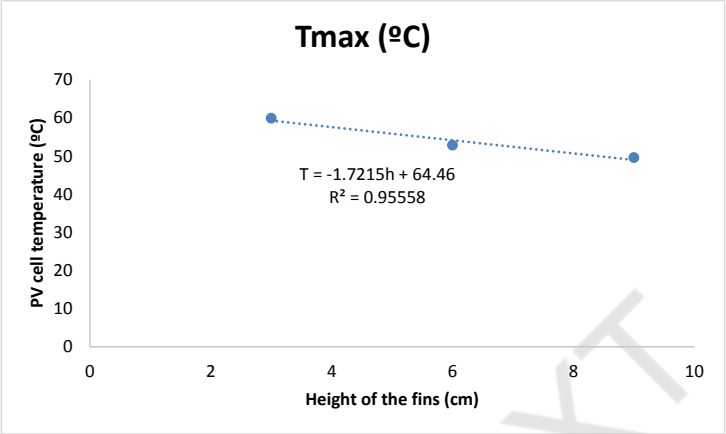


Figure 6. Fin's height influence in the PV panel.

From the yielded equation [$T(^{o}C) = -1.7215h + 64.46$], it's possible to even extrapolate for case where there's no fins at the air-duct if the height of fins is zero ($h = 0$) and, the maximum temperature will be around 64.65 ºC.

Effects of varying the thickness of fins at the air duct

Increasing fins' thickness favors temperature to decrease (in less than 1.4% of its initial value). This behavior is observed due to large length available for heat transfer by conduction in a thicker fin than a thick one.

In Figure 7 it is observed an exponential decreasing of the PV panel temperature with the fin's thickness. However, the yielded equation [$T = 51.226t^{-0.019}$] possesses a big coefficient, its power is too small (-0.019), which by its turn tends to zero, making the thickness effects not much noticeable compared to other two system configurations.

Therefore, apart from its insignificant contribution in reducing the cell temperature, this finding is very important because it help in decision-making during design of the fins by telling the protectants to do not waste material in increasing the fins' thickness.

ITBO-AXT

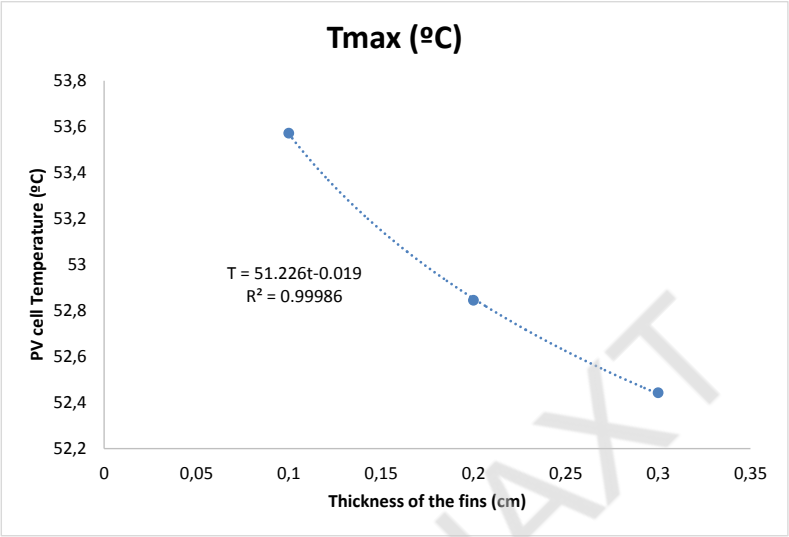


Figure 7. Effects of thickness variation with the PV cell temperature

Trade-off or Combination of three configurations

By combining the three configurations was to easily illustrate the temperature profile as function of height, thickness and space within fins. The main goal of this was to find out the best configuration in terms of low temperatures versus material cost (expressed in material length – centimeters).

Actually, increasing the fin's height (red line) is the best system configuration among all other considered in this study because:

1. The red line is decreasing, meaning reducing in material cost (up to ~2 cm);
2. The red line has interception with the two parameters (spacing & thickness) where (T=54.5 ºC, 6 cm) and (T=50.5ºC, 3 cm);
3. All other two curves are increasing what suggest that to lower the temperature through them, means investing more in material cost.

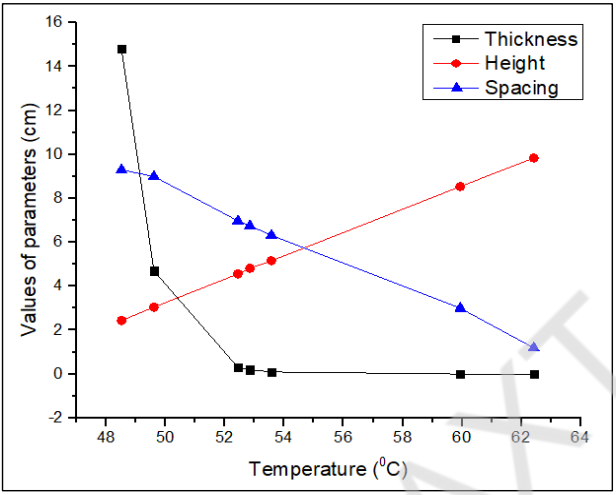


Figure 8. Summarization of temperature behavior with the spacing, thickness and fin's height

Comparison of PV temperature with and without fins at the air duct

PV cell maximum temperature was evaluated to know how much the fins contributes in increasing the panel electrical efficiency. Therefore, model without fins were compared with the one which possesses the highest cell temperature (indeed has lower efficiency than all proposed systems) to visualize how the fins are beneficial to increase the efficiency. From Figure 9, it can be seen that using fins the PV Cell temperature decreased from 81.288 ºC (without fins) to 62.469 ºC (with fins and 9.84 cm of spacing for a 0.2 cm of thickness and 6 cm of fins' height). This means that there is about 23.2% (18.8 ºC) of reduction in temperature even considering the worst case of fins configuration. Final conclusion is that the presence fins favors the efficiency to increase as the PV cell temperature decreases.

Temperature distribution across the PV panel

The temperature distribution along the PV length was evaluated for the system without fins comparing to the one possessing fins (the best configurations, with 6 cm of fin's height, thickness of 0.2 cm & spacing of 2.44 cm). It can be noted that temperature distribution in the PV cell without fins is uniform (constant), whereas the fins exhibited parabolic profile. The center of the PV cell is where the minimum temperature can be found and, the extremities, are where the maximum one falls.

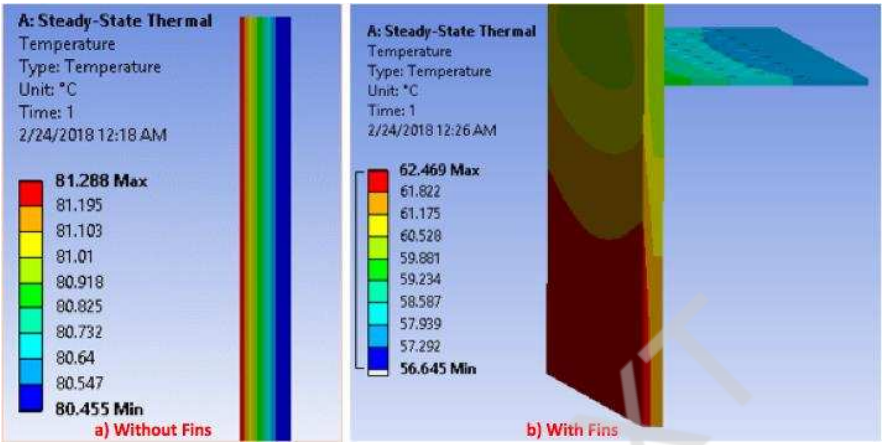


Figure 9. Comparison of PV maximum temperature without fins vs usage of fins at the air ducts. The characteristics of the fins are (Spacing 9.84 cm, thickness 2 cm & height 6 cm)

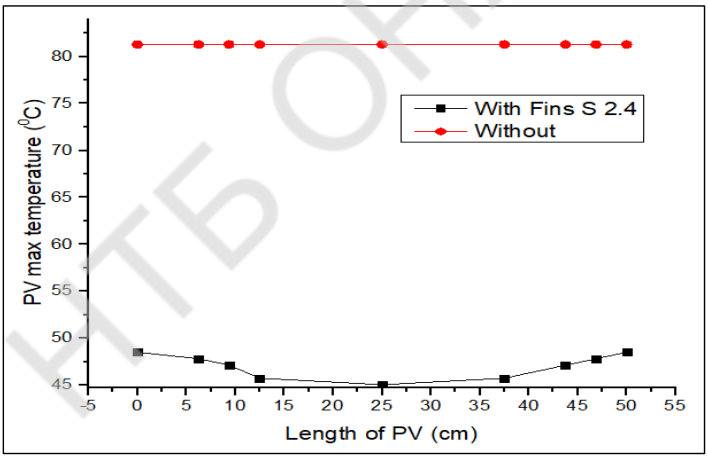


Figure 10. Temperature profile at the PV cell surface. Without fins (red line). With fins (black line)

Electrical efficiency of the PV Cell

The maximum efficiency achieved by the three-fin's configuration system is 17.70%, and the minimum is 16.46%. Increasing spacing within adjacent fins is the best case to enhance the PV cell efficiency (17.70%). In

all three cases considered, the efficiency enhancement is not significant as the different within them does not exceed 1.23%.

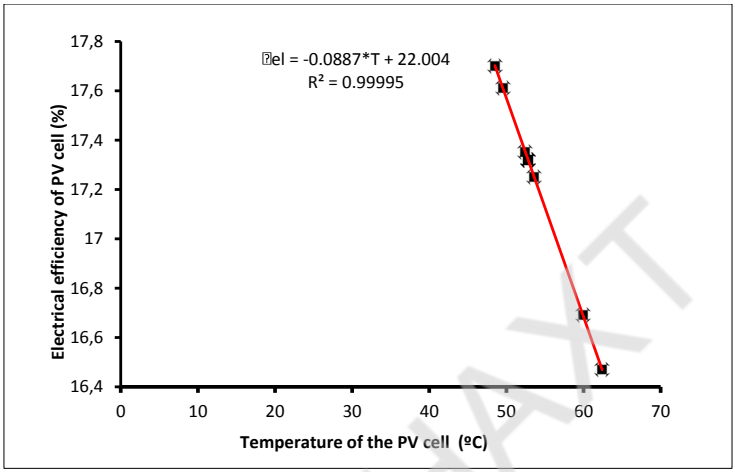


Figure 11. Efficiency as function of PV cell temperature

Comparison between the obtained results with the literature

The aim for this part was find agreement and/or disagreement between the results of this study and the one available in literature. Results of cell efficiency (17.7%) showed even better that the one produced by Najafi et al. [5], with 6% above their achievement (11%). As it can be seen Table 2 for similar researches, there are agreement in many case with the previous one.

Table 2 – Parameters range of this study compared the to the literature values

Parameters of the PV	This study	Previous studies [References]
Temperature (ºC)	48.5 – 62.4	41 – 59.2 [5], 32 – 42.5 [2], 40 – 60 [3]
Efficiency (%)	14.47 – 17.70	9 – 11 [5], 12 – 14 [3], 0 – 14 [6],

Conclusion

As a conclusion, reducing the PV cell temperature contribute to improve the efficiency of PV panel. Small distances within fins is beneficial

to increase the efficiency for power production as it decreases the cell temperature. Increasing fins' height contribute do decrease the solar panel's temperature in 6.36% of its initial value. Changing fins' thickness does not contribute greatly to decrease PV cell temperature (about 2.1%) and thus, the electrical efficiency is less dependent its variation. Taking a look at the hypothesis proposed in the beginning of these study, it's undoubtable that the null hypotheses (H_0) is acceptable as the fine's configuration contributed to increase the electrical conversion of PV Cell system. Therefore, the hypotheses one (H_1) *is* rejected as the null one (H_0) is completely satisfied. The overall evaluation is that increasing fins' spacing is the best alternative to increase the PV cell efficiency because is the one which decrease the panel's temperature significantly if compared to increase in fins' height and thickness. Another taking point is that the magnitude of the results produced by this study falls into admissible region (good concordance) with the previous and related researches.

Recommendations

For further researches in the same or similar field, the following points: There's a need to find out the optimal (minimum) spacing to balance the investment required by small spacing. This cost result from two situations: (1) a thicker bar ($x = 0$) of fins, and (2) the installation of infinite fins very thick. This case provides a research gap to be fellfield with further studies. Increasing fins' height, the PV temperature reduces, however, by doing so, it overloads the supporting layer and fins can unstick from it. Fin's thickness is not a good measure to reduce significantly the PV cell temperature. Designers of fin's thickness are advised to use as small as possible (much thick), and thus save move with material. Lastly, there a need to evaluate the same system configurations under transient state and, correlate it with the steady state approach to find out how far is the

References

1. "Global Emissions by Gas", United State Environmental Protection Agency, 2014. [Online]. Available: https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data. [Accessed 14 October 2017].

2. Janković V. and Mitwallyová H. "The potential of the usage of renewable energy in the Czech Republic," *International Journal of Social Sciences* , vol. 3, no. 4, pp. 39-48, 2014.

3. Thiele T., "Watch Now: Solar Energy Is More Affordable Than Ever," The spruce, 14 October 2017. [Online]. Available: https://www.thespruce.com/ top-solar-energy-uses-1152263. [Accessed 14 October 2017].

4. Teo H., Lee P. and Hawlader M. , "An active cooling system for photovoltaic modules," *Applied Energy,* vol. 90, p. 309–315, 2012.

5. Pearsall N. M. and Hill R., "Photovoltaic modules," in *Photovoltaic Modules, Systems and Applications*, Newcastle, Northumbria Photovoltaics Applications Centre, 2001, pp. 1-2.

6. Naphon P. "On the performance and entropy generation of the double-pass solar air heater with longitudinal fins," *Renew Energy ,* vol. 30, p. 1345–57, 2005.

7. Pottler K., Sippel C., Beck A. and Fricke J. "Optimized finned absorber geometries for solar air heating collectors," *Solar Energy,* vol. 67, p. 35–52, 1999.

8. Joshi S., Tiwari A., Tiwari G., Dincer I. and Reddy B. "Performance evaluation of a hybrid photovoltaic thermal (PV/T) (glass-to-glass) system.," *Int J Therm Sci,* vol. 48, no. 1, p. 154–64, 2009.

9. Baghzouz Y. "Photovoltaic Devices III".

10. Cox C. and Raghuraman P. "Design consideration for flat-plate photovoltaic/thermal collectors," *Solar Energy,* vol. 35, no. 1, p. 227–241, 1985.

НТБ ОНАХТ

THE PROSPECTS OF APPLICATION THE GENERATORS WITH PERMANENT MAGNETS FOR SMALL WIND POWER PLANTS

Author – Sergienko I.
Supervisor – Shevchenko V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

The paper assesses the prospects for the use of renewable energy sources (RES) in Ukraine. In particular, wind energy is considered as a factor of reducing the environmental load from the activities of the country's fuel and energy complex.

The paper assesses the prospects for the use of renewable energy sources (RES) in Ukraine. In particular, wind energy is considered as a factor of reducing the environmental load from the activities of the country's fuel and energy complex. The area is allocated to the use of small wind power plants (WPP) as sources of power supply for autonomous electric receivers up to 50-100 kW. A comparison was made for the recommended generators of such wind turbines. The use of synchronous alternating current generators with excitation from permanent magnets with high magnetic properties based on NdFeB and SmCo was proposed. In work the technical and economic analysis of offered magnets and the analysis of design features of generators with a magnetoelectric are executed.

Introduction

Every year, the requirements for increasing the output of electricity for the life of modern civilization are growing. Traditional ways to generate electricity from non-renewable sources have a number of limitations:

- Preservation of the existing rates of energy consumption can lead to the destruction of the environment, to endanger people's lives;
- The use of carbon sources of energy will lead to their complete depletion, so the search for alternative sources is necessary.

The development of nuclear energy after the Chernobyl disaster is constantly met with opposition on the whole planet. But it has the most powerful sources of electricity. Events in Japan, (Fukushima, March 2011) further suspended the construction of nuclear power facilities, which in

many countries remains the main (Ukraine, France, the United States, etc.). The wear and tear of the electrical equipment of classical thermal power plants, the fineness of the stocks of organic fuel, the problems of ecology allow us to speak not only of the impossibility of a prospective development of thermal power, but also of the very possibility of its existence, [1,2]. Therefore, since the mid-1970s and now the interest in renewables and, above all, in wind power, which is the most promising direction for Ukraine, is growing, [2].

RES sources are sources based on constantly existing or periodically occurring energy flows in the environment. Renewable energy is not a consequence of the purposeful activity of a person, and this serves as its distinctive feature, [2]. A lot of work is devoted to this issue, but the problem of choosing the type of generator for the windmill remains open. Small installations that are designed to supply electricity to remote energy consumers (farms, mountain villages, etc.) constitute a special class of wind turbines. To such energy consumers, the supply of electricity through overhead power transmission lines is unprofitable.

The possibility of wide application of synchronous generators with excitation from permanent magnets (synchronous generators with magnetoelectric excitation – SGMEV) for small wind turbines became possible after the appearance of new types of permanent magnets (in particular, NdFeB). These magnets have high mechanical strength, retain coercive force for a long time (up to 20 years), have good processability. Any shape can be given to these magnets. However, new questions emerged that are related to the choice of wind turbine designs and the development of technical solutions. These studies are aimed at increasing the efficiency and reducing the threshold for minimum wind speed to ensure the nominal operating mode of the wind turbine. Expansion of the territory of possible use of wind turbines can increase the possibility of their use.

The actual task remains the choice of the type of magnets for the generators of wind turbines, which will provide reliable and economically profitable work. The high cost of the permanent magnets to be evaluated is particularly important in the context of the global economic crisis.

Purpose of the work is the development of reasoned proposals on the choice of the type of electric generator for installation on low-power wind turbines (up to 100 kW). The choice should be made taking into account operating conditions, a given generator capacity, the possibility of using traditional generator designs. When establishing structural changes, it is necessary to take into account economic indicators.

The Object of the study is the characteristics of the synchronous generator with permanent magnets

The Subject of the study is a synchronous generator with permanent magnets.

Studies and results were obtained using statistical analysis, the general theory of electrical machines, the design and technology of manufacturing electric machines and permanent magnets.

1. Wind energy in Ukraine: role and prospects

1.1. The use of small wind power plants as a factor in reducing the environmental load from the activities of the fuel and energy complex of Ukraine

According to the experience of developed countries, it is known that the daily requirement of a family in rural areas is up to 2 kWh, a large enough farm – up to 10 kW, a small village (up to 50 families) – 50÷100 kWh. Consequently, in small settlements and individual farms it is necessary to create small power plants to maintain the standard of living. Small wind power does not require large areas. Local wind turbines can be installed almost everywhere, where the average annual wind speed is not less than 4-5 m/s, and when using slow-moving multi-bladed windmills – not less than 3 m/s, [2].

For Ukraine, national programs of other countries can serve as benchmarks. In the United States, up to 2020, it is planned to build wind power stations (WPS) with a total capacity of 50,000 MW; in Denmark until 2030, it is planned to build a WPS with a total capacity of 9,000 MW.

Small wind power plants are not always reliable due to the complexities of the control system, but this does not interfere with their wide practical use. So, in 2000 there were more than 1 million wind turbines in the world with a capacity of 0.5-5 kW, which were used mainly for household needs, [3].

The total capacity of the wind farm in Ukraine by 2020 should reach 1990 MW for the development plans of the windmill, and by 2030 – 16,000 MW. At the same time, it is planned to increase the generation of electricity on the basis of the windmill to 20-35% of the total amount of electricity generated in the country, [4].

The construction of the wind farm is planned in the Kharkov region (Old Saltov, Pechenezha and Komsomol reservoirs and other areas). These stations will be incorporated into the existing power grid, [5]. In the perspective plans for the development of wind power in Ukraine, it is pro-

posed to build offshore wind farms in the shallow water areas of Sivash, the Azov and Black Seas, the Dnieper-Bug Estuary, and inland waters of the country. Some future wind farms will be built on pontoons or on piles. Calculations show that such wind turbines can provide up to 10-15% of all electricity that will be produced in Ukraine, [3].

The main requirements for the creation and operation of wind turbines are the following:

1) efficiency, safety and reliability,

2) consideration of the impact on the environment.

The calculations of electricity generation in different variants of the location of wind farms in different regions of the country showed [3] that the average reduction in power losses in the electric network per 1 kW of installed capacity is 0.04 kW. The decrease in energy losses during the year is estimated at 92.5 kWh per 1 kW of installed capacity of the windmill with a power utilization factor of 25%. This gives an annual savings of $ 3.1 / kW for a company that provides energy to the region. Currently, the state takes up to 15% of the cost of coal mining. As you know, wind farms save fuel. Therefore, investors of the wind farm have all the grounds to enroll in their assets a "coal" subsidy, which is about 5.5 USD / kW. It should be taken into account that not only 15% of the cost of fuel, which the state pays to the mines in the form of direct subsidies, is saved, while all 100% of the fuel is saved. The annual effect in this case could exceed $ 30 / kW of wind power plant capacity. This economy is real, but it is dissipated in the economy of Ukraine Therefore it is not clear who gets this savings and who should pay the investor who invested in the construction of the wind farm, [3]. Therefore, the mechanism of using a 100% "fuel" effect is problematic.

1.2. Classification and main technical solutions of wind turbines

The main technical solutions should be attributed, [1]:

1) Selection of the parameters of the wind turbine at the design wind speed;

2) Determination of unit capacity and dimensions, determination of the design of the wind wheel and its optimal aerodynamic profile;

3) Selection of structural and layout solutions for the main units, installed capacity and type of generator for wind turbines, control systems;

4) Determination of conditions, methods of installation and operating methods.

In Ukraine, average wind speeds are not large; therefore, for the use of wind turbines for obtaining electric energy, the issue of maximum utiliza-

tion of wind energy is acute. It is necessary to choose a generator that maximally converts the mechanical energy of the wind wheel into electrical energy.

Wind generators are located along the axis of the rotor with a horizontal axis and a vertical axis, Fig. 1 and 2, [1]. Wind turbines with a horizontal axis are more common, since they require less material for construction per unit of electricity produced.

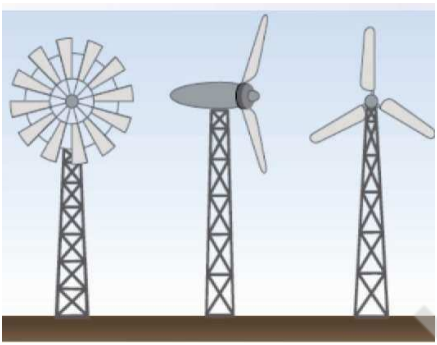


Fig. 1. Wind turbines with a horizontal axis

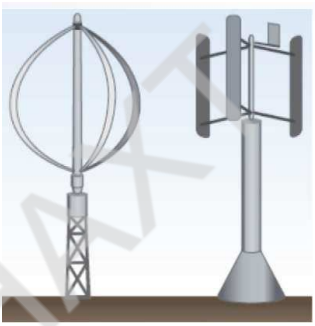


Fig. 2. Wind turbines with a vertical axis

About 95% of wind turbines are built with a horizontal axis. Wind turbines with a horizontal axis have advantages over a wind turbine with a vertical axis:

1) They have greater efficiency about 3 times and the best weight and size indicators;

2) They have better control ability, more reliable storm protection, more reliable starting of the rotor in a weak wind.

The production of wind generators with a horizontal axis of rotation is more than 95% in the world production. Therefore, further we will consider wind generators with a horizontal axis of rotation.

Wind turbines with a vertical axis of rotation of low power have found application due to low noise, due to simple design and because there is no need for rotor orientation to the wind.

Low-speed and high-speed wind turbines are distinguished by the frequency of rotation of the wind wheel. Low-speed wind turbines with a large number of blades are most often used with various mechanical devices (mills, piston pumps, etc.). High-speed wind turbines with a small number of blades are used most often to generate electricity. They have a

high efficiency, but they have a starting torque of the rotor is small. 2 or 3 blades with an aerodynamic profile are used for high-speed wind generators. The slow-moving wind generators have 6 or more blades with a simplified profile of sheet material.

The wind turbines are classified according to the installed capacity, [1]:

1) Low power wind turbine (installed capacity up to 100 kW),

2) Medium power wind turbines (installed capacity from 100 to 1000 kW),

3) High power wind turbine (installed capacity is more than 1000 kW).

There are autonomous windmills and grid-type windmills according to the type of energy consumers. Autonomous power plants provide power to consumers who are far from the central power grids. They have a power usually up to 100 kW. Several dozen or hundreds of large windmills are combined into wind power plants, they give electricity to the grid and have a power of more than 100 kW, [1].

Autonomous wind turbines can not provide a guaranteed supply of electricity to consumers because of the variability in wind speed. The problem of guaranteed power supply is solved automatically when the windmill is operating on the electric grid, because in such a system the wind turbine is not the main source of energy.

To ensure guaranteed power supply, autonomous wind turbines are supplemented with energy storage (accumulation) systems. For example, they are used together with solar batteries, Fig. 3. Sometimes autonomous wind turbines are used in conjunction with traditional power plants, such as diesel and gasoline power stations, furnaces and thermal boilers. Electricity storage systems are cumbersome. Their cost is a significant part of the total cost of wind turbines. Therefore, the capacity of the accumulation systems for autonomous systems is calculated so that it is possible to provide electricity to consumers in the absence of wind for several days. Electrochemical batteries (AKB) have received the widest distribution, as systems of accumulation of the electric power.

However, there are examples of the creation of power storage devices from wind turbines, in which the accumulation is carried out with a small cash outlay. For example, heat energy can be accumulated in the form of hot water in a water heating system. You can store energy in the form of potential energy that will be stored in water raised at a certain height, or in air that is compressed by a compressor.

DRAFT



Fig. 3. Hybrid wind-solar station (Florida, USA)

With autonomous power supply, wind-diesel complexes (VDC), which include a battery and a diesel power plant, are most often used. VDK can provide an autonomous reliable supply of electricity. VDCs are competitive in comparison with diesel power plants because of the saving of diesel fuel of the VDC, [1].

1.3 Characteristics of elements and systems of wind turbines

The rotor blade must have signs for improving aerodynamics and increasing strength:

However, there are examples of the creation of power storage devices from wind turbines, in which the accumulation is carried out with a small cash outlay. For example, heat energy can be accumulated in the form of hot water in a water heating system. Storing energy can be in the form of potential energy, which will be stored in water raised at a certain height, or in air that is compressed by a compressor. With autonomous power supply, wind-diesel complexes (VDC), which include a battery and a diesel power plant, are most often used. VDC can provide an autonomous reliable supply of electricity. VDCs are competitive in comparison with diesel power plants because of the saving of diesel fuel of the VDC, [1].

The rotor blade must have some characteristics to improve aerodynamics and improve strength

1) The blade must have high aerodynamic characteristics (the ratio of the lift force of the wing profile to the force of the drag);

2) The shape of the blade should have a narrowing (the ratio of the width of the blade at the base to the width of the blade at the end). This narrowing can be from 2÷6;

3) The blade must be twisted. This means that at her angle of installation of the profile of the blade should be about 10-20 degrees. The angle of installation of the profile of the blade is the angle between the plane of rotation and the chord of the profile along the length;

4) The blade should have a variable relative thickness along the length of the profile to increase strength.

Section and thickness of the blades can not be changed to simplify the manufacturing technology, but the power of the wind turbine will be less by 5-10%.

However, there are examples of the creation of power storage devices from wind turbines, in which the accumulation is carried out with a small cash outlay. For example, heat energy can be accumulated in the form of hot water in a water heating system. Storing energy can be in the form of potential energy, which will be stored in water raised at a certain height, or in air that is compressed by a compressor. With autonomous power supply, wind-diesel complexes (VDC), which include a battery and a diesel power plant, are most often used. VDC can provide an autonomous reliable supply of electricity. VDCs are competitive in comparison with diesel power plants because of the saving of diesel fuel of the VDC, [1].

At present, the blades are made of aluminum, wood (plywood), fiberglass (carbon plastic). Fiberglass blades are used most often because they have high specific strength and high fatigue strength, they have high processability. From fiberglass it is possible to produce blades of any shape; their production can be mastered without significant capital investment.

The following types of machines are used as an electrical generator for wind turbines in world practice:

1) Slow-moving SG with permanent magnets, in which there are no reducers; they have high reliability and high efficiency;

2) High-speed SG with excitation from permanent magnets, which are used together with multipliers. The advantage of this scheme is a lower cost compared to slow-moving SGs;

3) Asynchronous generators (AG). They are used for networked wind turbines. For autonomous wind turbines, asynchronous generators have not

been widely used, since there is a problem of their excitation at a rotational speed that is lower than the nominal one.

Control systems of rotor speed and storm protection are used in all wind turbines. They limit the frequency of rotation of the wind generator by means of various schemes:

1) The scheme with centrifugal-spring control is used for autonomous wind turbines with a power from 5 to 50 kW. In this scheme, the adjustment is carried out by changing the angle of installation of the blades. This change occurs under the influence of centrifugal forces and ensures regulation of rotor speed in the range of 5-10%. The blades can be automatically output to the vane position at a wind speed of more than 25-30 m / s. The angle of installation is close to 90 °;

2) Scheme with the retraction of the rotor in an oblique flow. Regulation is carried out by changing the angle between the normal to the plane of the rotor and the direction of the wind. Accuracy of maintaining the speed is 20-30%. The circuit is used for autonomous wind turbines with a power of up to 10 kW. When running a wind turbine on the rectifier does not require a stable frequency of the current, therefore, it is not necessary to stabilize the rotor speed. This control system automatically provides storm protection, since at a wind speed of 25-30 m / s the angle of the oblique flow of the rotor is close to 90 °. At the same time, the power and speed are less than in the nominal mode. The main advantage of this system is its simplicity and reliability, since non-rotating blades are used;

3) In the active control circuit, changes are made by changing the angle of the blade installation by an electric or hydraulic drive, as commanded by the automatic control system. The circuit is used for wind turbines with a capacity of more than 50 kW.

In general, the electrical scheme of an autonomous wind turbine includes the following elements:

1) Wind farm (VA), which consists of a wind generator, mast (tower) and cables;

2) Load controller, which is connected directly after the generator of the windmill. The controller connects and disconnects the load;

3) A rechargeable battery (RAB) and a regulator of its charging, which functions as a rectifier and a charger;

4) Controller of DC loads. The DC inverter can be connected directly to the battery to reduce power. The controller must disconnect the load if the battery is discharged;

5) The thermoelectric element (TEE) is used to dissipate the power of the wind turbine when the battery is charged. TEEs are used for wind turbines with control of the output power of the rotor in an oblique flow. For this scheme, the load on the design of the wind turbine in the idle mode is large;

6) Inverter – battery voltage converter is used to obtain the voltage of the standard value (220 V/50 Hz or 380 V/50 Hz).

2. The generators of alternating current for wind power plants

2.1 General information of generators that are used for wind turbines

Factors affecting the development of wind farms in Ukraine include:

- the possibility of maximum approach of the wind farm to the consumer; the use of wind turbines for autonomous power receivers in remote locations, in agriculture, etc.;

- Mobility of input of wind power plant capacities during the peak periods of the power system load and the possibility of transferring small consumers to power supply from the wind farm. This offloads the overall power system.

The generator is the most important element of the electrical equipment of autonomous wind turbines. In the world practice of wind power, various generators are used at the wind turbine:

1) Asynchronous generators with squirrel-cage rotor;

2) SG with excitation from permanent magnets. These are inductor SG, generators with a claw-like rotor and some others;

3) SG with electromagnetic excitation;

4) Asynchronous generators with a phase rotor.

The main criteria for choosing the type of generator for wind turbines are: reliability; economy; data on the effect of changes in wind speed on the energy parameters of an autonomous electrical network, which are obtained experimentally and by calculation.

Each of these types of generators has advantages and disadvantages, Table. 1.

2.2 The comparison of different types of generators

In the first wind turbines of all types and capacities, an asynchronous generator (AG) was used.

Table 1 – Comparison of generators for wind turbines

No i.o.	Type of generator	Benefits	Disadvantages
1	**AG with short-circuited rotor**	1) Ease of maintenance and reliability, 2) Low cost. 3) Have relatively small oscillations of the generated power, electromagnetic moment and current in parallel operation and in the case of variable wind speed and its gusts. 4) It is possible to install gearless units with good mass-size parameters, high efficiency and the ability to regulate the voltage within wide limits by changing the excitation current.	1) Gearboxes must be installed. Low inexpensive turbines are used in the system and the generator is connected through a reducer with a high conversion factor (K_{red}=50÷70). This requires additional costs for installation, maintenance and repair, reduces reliability, is a source of mechanical noise. 2) It is impossible to control the operating parameters, which is necessary in case of gusty wind; 3) It is necessary to install an autonomous reactive power source; 4) The restriction in industrial application is required to be established due to a distorted form of the output voltage and unsatisfactory dynamic properties.
2	**SG with permanent magnets**	1) elimination of sliding contact; 2) high reliability of work; 3) high efficiency.	1) Expensive permanent magnets must be purchased abroad. In Ukraine, the technology of making magnets is not worked out; 2) the magnetic flux can not be controlled; 3) There is no domestic production base.

НТБ ОНАТ

End of Table 1- Comparison of generators for wind turbines

3	**AG with phase rotor**	1) The generator can be used in stand-alone systems in combination with other generators; 2) Generators are simple and reliable in maintenance; 3) Generators have small changes in the generated power, in the change of the electromagnetic moment and current, in parallel operation, with variable wind speed and with its gusts.	1) The generator has a sliding contact. It is necessary to install reducers, t. the generator is connected through a reducer with a high conversion factor. This requires additional costs, reduces reliability. The reducer is a source of mechanical noise; 2) An autonomous reactive power source is required for operation; 3) There is a limitation in industrial application due to a distorted form of the output voltage.
4	**SG with electromagnetic excitation**	When using converters with an explicit DC link and a voltage inverter with pulse-width control, it is possible to obtain a low harmonic composition in the network current, improve the dynamic properties of the object, and control the reactive power.	1) generators are expensive, have a complex design; they have less reliability than other AM; 2) generators have a sliding contact, they require a direct current source; 3) the generators have a dependence of the frequency of the electromotive force on the rotation speed. This limits the possibility of using the SG for direct connection to the network without a semiconductor frequency converter. In regions with sharp gusts of wind, the use of SG is impossible; 4) converters with an explicit DC link and a voltage inverter must be used to obtain current and voltage with acceptable characteristics

HTB OHAT

These generators are the most reliable, cheap, light (kW / kg), simple at all stages of design, design, manufacture and maintenance. But when used in an autonomous generator mode, they need a source of reactive energy. This significantly reduces the reliability of the entire installation as a whole. After the analysis of the literature and scientific studies it was found that a comparative analysis of the effect of wind speed on the energy parameters of different types of electric generators was not carried out. AG was chosen mainly because of their general availability.

To examine the dependence of the generator's operation and its energy parameters on the wind speed, let's use the dependence of the generated generator power on wind speed and other parameters:

$$P = C_p \cdot \frac{\rho \upsilon^3}{2} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \eta_{el} \cdot \eta_{mrch}, W$$

Where C_p – wind power factor;

ρ – air density (ρ = 1,23 kg/m^3); υ – wind speed, m/s;

D – diameter of the wind wheel, m; $\eta_{эл}$ – efficiency of the generator;

η_{mech} – Efficiency of mechanical part of windmill.

At time t, wind speed is random and is determined from observations. It is predicted and with a certain accuracy. Let's analyze the change in the energy parameters for the generators of wind turbines of different types depending on the wind speed. We agree to neglect the losses in the systems when considering the energy relationships. We shall assume that the power factor is constant. Then the power balance equation for an autonomous power supply system with an electric generator is represented:

$$m_s \cdot U_s \cdot I_s \cdot \cos\varphi_s = m_s \cdot U_s \cdot I_N \cdot \cos\varphi_N \; m_s \cdot \left[\frac{I_k^2}{\omega_s \cdot C} - I_N^2 \cdot \omega_s \cdot L \right] = Q_{Gen}$$

Where $m_s \cdot \frac{I_k^2}{\omega_s \cdot C} = Q_{Gen}$;

$$m_s \frac{I_k^2}{\omega_s C} + m_s I_N^2 \left[\frac{1}{\omega_s \cdot C_k} - \omega_s \cdot L \right] = Q_{Gen} ; \; \frac{m_s}{\omega_s} \cdot \left[\frac{I_k^2}{C} + \frac{I_k^2}{C_k} \right] = Q_{Gen}$$

Where I_s, I_N, I_k– current of the generator, currents in the load and in the capacitors. Here and further we consider an asynchronous generator;

ω_s – angular frequency of generator voltage;

L – load inductance;

C, $C_к$ – Capacitor capacitance, which is shunted and compounded;
φ_s, φ_N – phase shear angles of the generator and load;
m_s – number of phases of the stator winding of the generator;
$P_{elm} = m_s \cdot U_s \cdot I_s \cdot \cos\varphi_s$ – active power of the generator, kW;
$Q_{Gen} = m_s \cdot U_s \cdot I_s \cdot \sin\varphi_s$ – reactive power of the generator, kvar.

The subsequent calculations are made on the basis of statistical data of the Ukrainian Hydrometeorological Center of Kharkov. Based on the simulated wind speed, the calculations of the main power parameters of the autonomous network (in the environment of the mathematical program MathCad) were made. Calculations and comparison of the energy parameters of the AG with a short-circuited rotor and SG with permanent magnets were carried out. The graphs of the active power generated by the generator, the graphs of the voltage and frequency variations depending on the wind speed at different time intervals are obtained (the graph is indicated in all figures by the numeral 3).

3. The possible types of permanent magnets, which are application for electric generators

The technological process of manufacturing permanent magnets is complex and expensive. This does not allow the creation of electric machines of high power. But they can be used in industry and energy in small generators and engines (up to 100 kW).

Materials that are used for permanent magnets can be divided into six main groups, depending on the methods of their manufacture:

a) malleable materials; b) deformable materials; c) materials for cast magnets; d) materials for metal-ceramic magnets; e) materials for metal-plastic magnets; e) some special materials based on precious metals.

New advances in metallurgy over the past 30 years have made it possible to create various magnetically hard materials with different physical properties and high magnetic characteristics. Some of these materials allow the production of permanent magnets of smaller volume and weight than the same electromagnets. High stability of parameters and characteristics is characteristic of new materials. Neodymium-iron-boron magnets are the most promising.

Magnetic material based on Nd2Fe14B was first developed in Japan in 1982 by General Motors. Such magnets are of low cost, good magnetic characteristics. They compete with the existing expensive magnets SmCo and platinum magnets Fe-Pt. By the time of mass production, neodymium magnets have almost completely displaced other varieties of permanent

magnets. Only ferrite magnets of typical sizes are produced in large batches. In addition, the features of NdFeB magnets are a variety of different shapes and sizes, resistance to demagnetization, corrosion resistance, reasonable price. The shortcomings of neodymium magnets include a relatively low operating temperature (up to +180 ° C) and instability to aggressive media. Some characteristics of different types of permanent magnets represents in Table 2.

Table 2 – Characteristics of permanent magnets

Material	B_r Tl	H_c kA/m	$(BH)_{max}$ kJ/m^3	T_c from B_r % on °C	T_{max} °C	T_{cur} °C
NdFeB	1,38	860	318	-0,12	280	310
SmCo	1,05	160	210	-0,04	300	750
Alnico	1,25	55	44	-0,02	540	860
Ceramic	0,39	38	44	-0,2	300	460

Conclusions

1) It can be concluded that the most reliable generator for a wind turbine is a synchronous generator with permanent magnets, i.e. with magnetoelectric excitation. Therefore, such generators can be recommended for installation in small windmills.

2) The AG with squirrel-cage rotor has less reliability due to the use of capacitor banks in the excitation system. Therefore, such generators are not recommended for installation in small windmills for operation in autonomous electrical networks;

3) Comparison of active powers, voltages and frequencies of different types of generators shows that for autonomous low-power wind turbines, one should not recommend a AG with squirrel-cage rotor, but a permanent magnet with permanent magnets in the excitation system;

4) At low wind speeds, the operation of the SG with permanent magnets is more efficient than the work of the wind turbine, which uses AG with short-circuited rotors;

5) However, it must be remembered that at a variable wind speed the SG with permanent magnets have worse energy parameters than the AG with squirrel-cage rotor. Consumers need good quality electricity. This can be obtained by making a DC insertion. The establishment of a rectifier and an inverter improves the SG parameters with permanent magnets in a gusty wind. And it makes its characteristics the same as for AG with short-

ITB CHART

circuited rotor. But the AG with short-circuited rotor has less reliability, because capacitors are necessary for their operation;

6) The use of a new generation with permanent magnets makes promising their use in power engineering (NdFeB magnets). The creation of a technological base for their manufacture in Ukraine will make it possible to recommend using these magnets for generators as often as the electromagnetic excitation system;

7) The generators of the wind turbine can be overloaded up to 1.5 P_N. Therefore, in the construction of the wind turbine, it is necessary to provide for the installation of a brake, which, with gusts of wind of 9 m/s or more, will limit the speed of rotation. It is also necessary to install a storm protection system;

8) Appendix 2 presents data on the economic comparison of different types of generators that are installed in the wind turbine. These data confirm the usefulness of using SG with permanent magnets for small wind turbines.

References

1. Голицын М. В., Голицын А. М., Пронина Н. В. Альтернативные энергоносители / отв. ред. Г.С. Голицын. – М.: Наука, 2004. – 159 с.

2. Шевченко В. В., Лизан И. Я., Зиновьев С. Н. Ядерная энергетика Украины и экологическая безопасность: проблемы и перспективы // Красноармійськ: Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв. – 2011. – С. 288–296.

3. История создания и технологический процесс производства неодимовых магнитов. Access Address: http://www.magnet.com.ua/article-istoriya-sozdaniya-i-tekhnologicheskiy-protsess.html.

4. Перминов Э. М. Развитие ветроэнергетики // Москва: Энергетик. – 0993. – № 9. – С. 32-38.

5. Шевченко В. В. Перспективная оценка совершенствования энергетической системы Украины // Москва: Электрика. – 2012. – № 9. – С. 10–15.

6. Неисчерпаемая энергия. Кн.1. Ветроэлектрогенераторы / В. С. Кривцов, А. М. Олейников, А. И. Яковлев.- Учебник. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т, Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2003. - 400 с.

7. Стратегія енергозбереження в Україні [Текст]: аналітико-довідкові матеріали в 2 т. : загальні засади енергозбереження / за ред. В. А. Жовтянського, М. М. Кулика, Б. С. Стогнія. – Київ: Академперіодика, 2006. – Т. 1. – 510 с.

8. Кривцов В. С. Неисчерпаемая энергия. Кн.1. Ветроэлектрогенераторы. / А.М. Олейников, А.И. Яковлев. - Учебник. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т, Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2003. - 400 с.

9. Шевченко В. В. Пути преодоления возможного энергокризиса в энергосистеме Украины // Донецьк: Збірник наукових праць Донецького Інституту залізничного транспорту. – 2012. – № 29. – С. 77-81.

APPENDIX 1

Comparative characteristics of the asynchronous generator (AG) with short-circuited rotor and synchronous generators with magnetoelectric excitation (SGMEE) depending on the wind velocity at different times

(On all graphs, the numeral "1" indicates the data for the AG with a short-circuited rotor, the numeral "2" – for the SGMEE, the numeral "3" – the change in the windspeed at different time intervals)

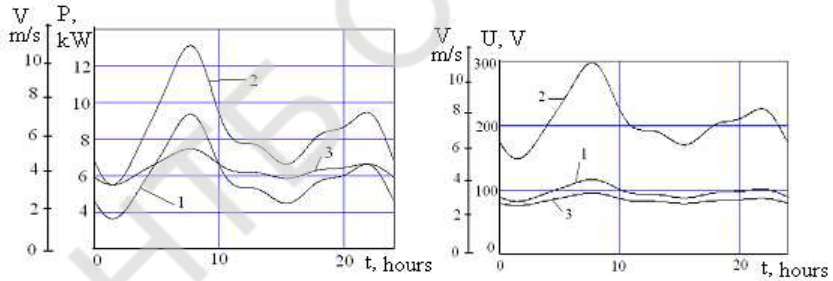


Fig. A1.1 – The active power and voltage of the generators that they produce during the 24 hours

ПРОЕКТ

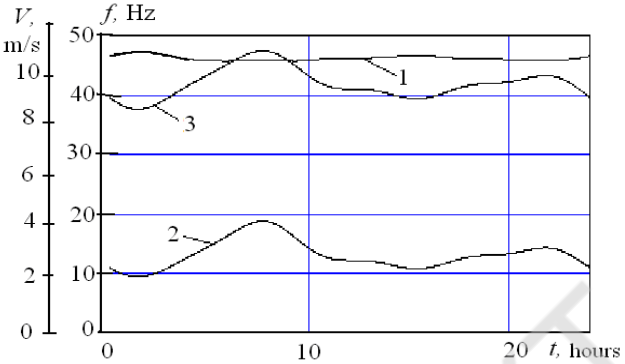


Fig. A1.2 – The change of frequency voltage of generators during 24 hours

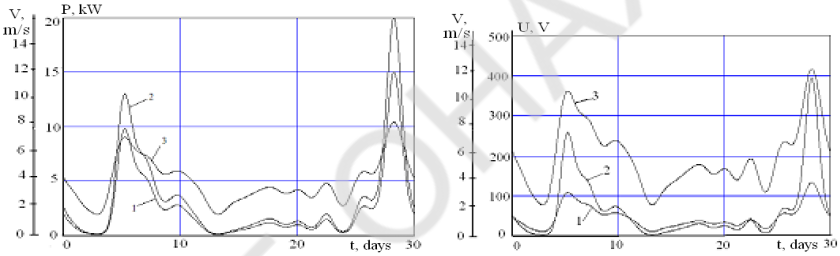


Fig. A1.3 – The active power and voltage of the generators that they produce during a month (June 2016)

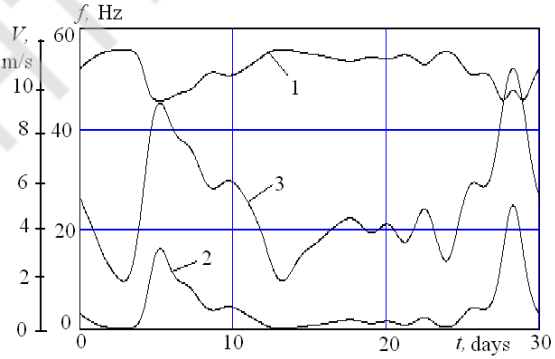


Fig. A1.4 – The change of frequency voltage of generators during a month (June 2016)

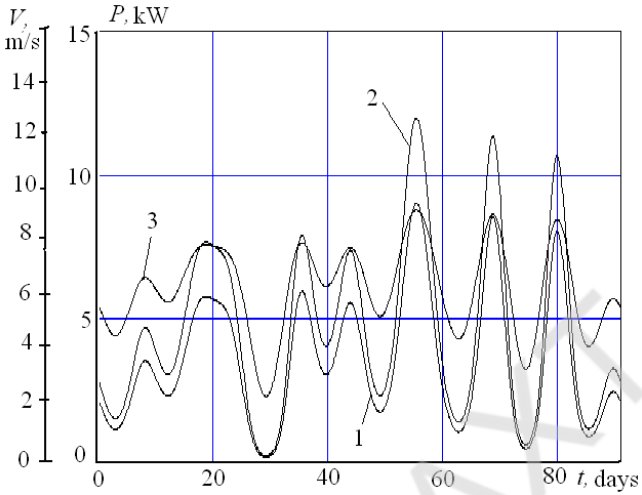


Fig. A1.5 – The active power of the generators that they produce during the quarter (Spring 2016)

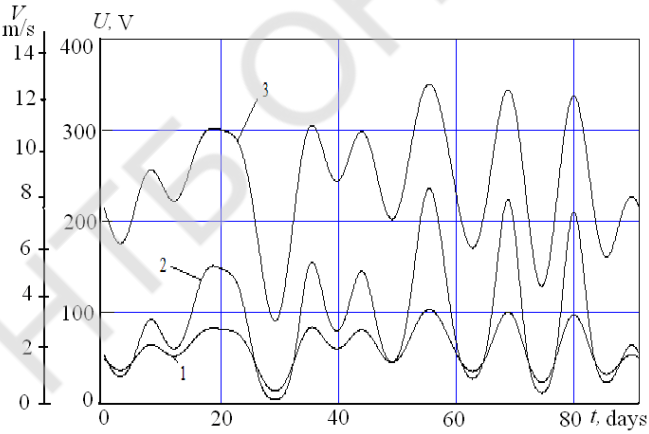


Fig. A1.6 – The change the voltage of generators during the quarter (Spring 2016)

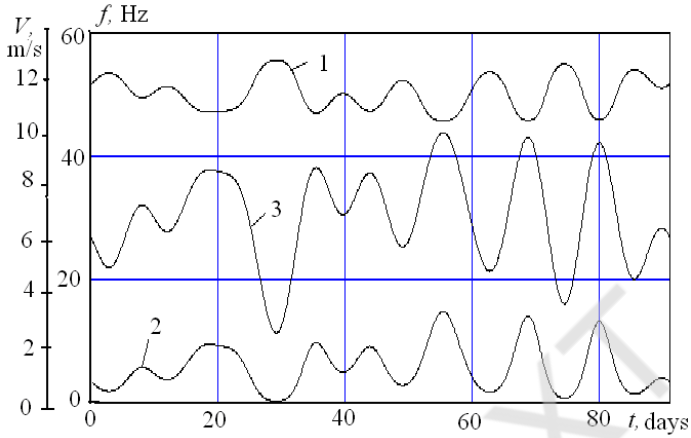


Fig. A1.7 – The change of frequency voltage of generators during the quarter (Spring 2016)

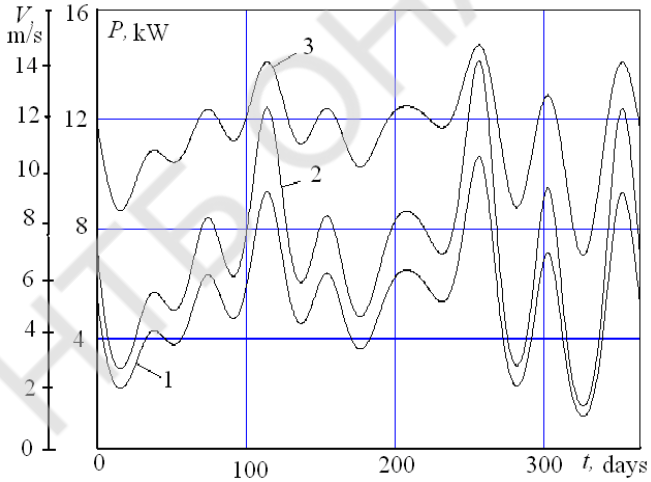


Fig. A1.8 – The active power of the generators that they produce during the year (2016)

НТБОНАХТ

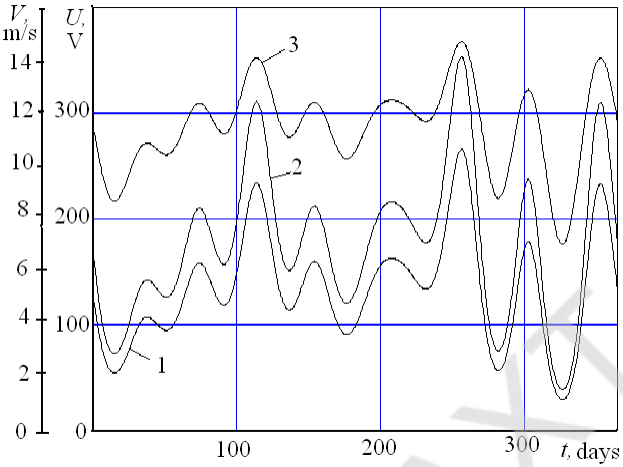


Fig. A1.9 – The change the voltage of generators during the year (2016)

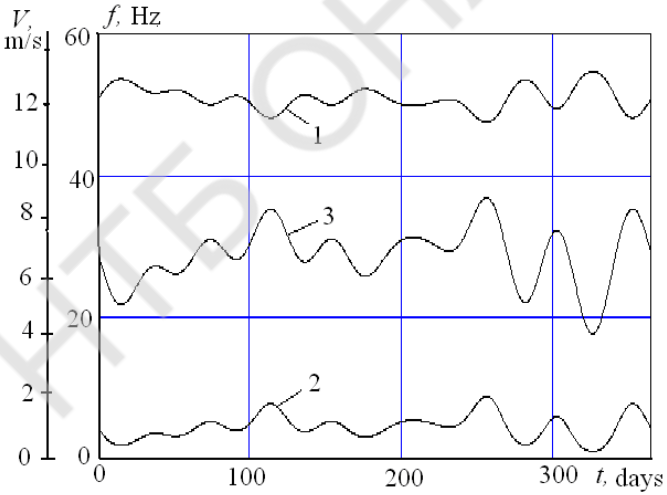


Fig. A1.10 – The change of frequency voltage of generators during the year (2016)

НТБ ОНАХТ

APPENDIX 2

Economic Comparison of Electric Generators for Wind Turbines

Generator type	Efficiency, %	Reliability, p.u.	Maintenance costs, thousand UAH	Costs for installation, thousand UAH	Cost of the generator and contents of the gondola, thousand UAH	The cost of wind turbines, thousand UAH
Up to 10 kW						
AG with short-circuited rotor	0,73	0,82	37,8	50,4	84,0	251,9
SG with permanent magnets	0,93	0,93	24,2	48,4	84,8	242,2
SG with electromagnetic excitation	0,82	0,88	45,5	50,6	95,6	253,0
Up to 100 kW						
AG with short-circuited rotor	0,75	0,82	387,3	516,4	900,0	2582,1
SG with permanent magnets	0,9	0,93	247,2	494,4	952,0	2472,1
SG with electromagnetic excitation	0,86	0,88	468,0	520,0	1072,0	2600
Up to 1 MW						
AG with short-circuited rotor	0,80	0,82	842,4	1684,8	2901,0	8424
SG with permanent magnets	-	-	-	-	-	-
SG with electromagnetic excitation	0,85	0,88	1588,3	1764,8	3676,1	8824
More than 1 MW						
AG with short-circuited rotor	0,96	0,82	1579,5	3159,0	5641,0	15795,0
SG with permanent magnets	-	-	-	-	-	-
SG with electromagnetic excitation	0,97	0,88	2916,0	3240,0	6750,0	16200,0

COMPARISON OF VARIOUS METHODS FOR REDUCING GASOLINE LOSSES DURING STORAGE USING ECOLOGICAL AND ENERGY CRITERIA

Author – Oleksenko O.
Supervisor – Volhusheva N.
Odessa National Academy of Food Technologies

The object of analysis in the presented work is the reservoir RVS-10000 for storage of gasoline in the climatic conditions of the Odessa region. The performed ecological and energy analysis showed that the use of a gas-equilibrium system with a mechanical compressor is more appropriate than the use of a pontoon and a similar system with an injector compressor, since it provides the lowest greenhouse gas emissions for a full life cycle for the group of reservoirs. Since the reduction of greenhouse gas emissions and energy saving are inextricably linked, it can be said that the introduction of the chosen means of reducing the losses from evaporation will contribute to the fulfillment of not only the requirements of the Kyoto protocol, but also the law of Ukraine on energy conservation.

Key words: oil product losses from evaporation, atmospheric pollution, energy and resource conservation, life cycle of equipment, greenhouse gas emissions.

Purpose: to assess the expediency of using various means of reducing the loss of gasoline from evaporation during its storage at petroleum storage depots, using the ecological-energy method of analysis.

ПОРІВНЯННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ БЕНЗИНУ ПРИ ЙОГО ЗБЕРІГАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ

Автор – Олексенко О.В.
Керівник – Волгушева Н.В.
Одеська національна академія харчових технологій

1. Огляд існуючих методів зниження втрат нафтопродуктів від випаровування

На всіх етапах розвитку нафтової промисловості проблема втрат нафти та нафтопродуктів при транспортуванні та зберіганні змушувала удосконалювати заходи по зниженню втрат вуглеводнів від випаровування. Використання цих заходів, яке веде не тільки до скорочення втрат кількості, але й и до погіршення якості продуктів, – один з пріоритетних напрямків розвитку всієї нафтової галузі. Слід зазначити, що зниження викидів вуглеводнів буде сприяти також і зменшенню антропогенного навантаження на довкілля.

Щорічно за різними оцінками [1] в атмосферу планети викидається 50 ... 90 млн т вуглеводнів. Питомі втрати вуглеводнів за рахунок їх випаровування при зберіганні в різних країн світу складають 1,1 ... 1,5 кг на 1 т продукту [1]. Втрата легких фракцій нафтопродуктів, у першу чергу, негативно впливає на зміну їх якості. Окрім погіршення якості палив, випаровування призводить до безповоротних кількісних втрат цінної нафтової сировини. Тобто, проблема втрат палив від випаровування – комплексна економічно-еколого-енергетична проблема [2]. Тому вдосконалення способів зниження втрат нафтопродуктів від випаровування є актуальним завданням. Але як показує практика, впровадження будь-якого нового технічного рішення, спрямованого на ресурсо- та енергозбереження завжди пов'язане з додатковими витратами самих ресурсів. Тому актуальним є не тільки розробка і впровадження високоефективних засобів зниження втрат цінної енергетичної сировини і продукції, а й оцінка доцільності використання цих засобів на практиці.

Зменшення обсягу викидів парів вуглеводнів в атмосферу може бути досягнуто різними шляхами. Порівняльна характеристика засобів зниження втрат вуглеводнів від випаровування наведена в табл. 1 [2].

В даний час найбільшого поширення за кордоном в якості засобів скорочення втрат вуглеводнів отримали ПК і понтони [1]. Вони забезпечують значний ступінь скорочення втрат і відносно дешеві і прості. Частка резервуарів з ПК і понтонами за кордоном перевищує 60% [1] від загального числа резервуарів. У нашій країні частка резервуарів з ПК і понтонами менше, проте ці засоби скорочення втрат є одними з найпоширеніших. Однак до сих пір є багато резервуарів, що не мають ніяких засобів скорочення втрат від випаровування.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика засобів зниження втрат вуглеводнів від випаровування наведена в табл. 1 [2]

Засіб зменшення втрат	Ефективність, %	Головні недоліки
Газопорівняльні системи	60-90	Газгольдери, що використовуються як газозбірники, потребують великих метало витрат, а еластичні газозбирачі не отримали широкого застосування через малий термін експлуатації
Адсорбційні СУЛФ	90-98	Низька пропускна здатність та потреба в додаткових витратах на десорбцію
Абсорбційні СУЛФ	60	Достатньо складний та енергоємний процес регенерації абсорбенту, що призводить до значно вищої вартості системи порівняно з іншими засобами запобігання втратам від випаровування
Конденсаційні СУЛФ	75	Одноступеневе охолодження ППС не завжди забезпечує необхідний ступінь уловлювання вуглеводнів. Так, встановлено, що під час охолодження ППС за температури 28 ºС, до температури – 20 ºС конденсуються тільки 55-75 % вуглеводнів, що у ній містяться, а інші 25-45% проходять через холодильну установку і втрачаються. Тому використовують додаткові ступені охолодження, що вимагає великих енерговитрат.
Компресійні СУЛФ	96-98	Застосування компресійних СУЛФ доцільне лише в разі великих витрат ППС, що є перешкодою для використання цих систем на АЗС.
Комбіновані СУЛФ	73-90	Недоліком роботи таких систем є складне апаратне оснащення та великі енерговитрати.

2. Результати розрахунку втрат нафтопродуктів від випаровування при їх зберіганні в резервуарах

Об'єктом дослідження був резервуар РВС-10000, розташований в кліматичних умовах Одеської області. У роботі розглядалися втрати

бензину при його зберіганні в резервуарі без використання засобів скорочення втрат і з використанням у якості засобів скорочення втрат наступні технічні рішення:

- понтону на поверхні нафтопродукту в резервуарі;
- газоурівнювальна система з механічним компресором для уловлювання парів вуглеводнів;
- газоурівнювальна система з пароежекторною системою уловлювання легких фракцій.

У порівнянні з абсорбційними і адсорбційними системами уловлювання, розглянуті в роботі системи уловлювання досить недорогі, але у порівнянні з понтоном все ж потребують додаткової витрати людської праці та споживають електроенергію.

Дві розглянуті системи підключаються до газової обв'язки резервуарів. Газова обв'язка резервуарів – це система газопроводів, що з'єднують між собою газовий простір резервуарів, в яких зберігаються нафтопродукти одного сорту. Одночасно із застосуванням газової обв'язки можна застосовувати і спеціальні газозбірники, підключенні трубопроводом до системи газової обв'язки (тоді така система називається газоурівнювальною – ГУ). Газова обв'язка забезпечує циркуляцію пароповітряної суміші по замкнутому контуру, що запобігає втрати парів нафтопродуктів в атмосферу, сприяє зниженню втрат нафтопродуктів при прийомі і відпустці (газова обв'язка призначається для взаємної компенсації вхідних і вихідних об'ємів газів при перекачуванні нафтопродуктів з однієї ємності в іншу).

НПК «Зірка» (Україна) пропонує для зниження втрат від випаровування використовувати в резервуарних парках нафтопродуктів газоурівнювальную систему з резервуарами – газгольдерами (м'якими резервуарами) і системою стиснення легких фракцій нафти і нафтопродуктів на базі компресорної установки ГШ1-3/35.

Основними перевагами розглянутої системи є:

- Відсутність потреби у витратних матеріалах і дорогих запчастинах ;
- Висока конструктивна надійність і простота експлуатації ;
- У режимі «малих» подихів у резервуар не потрапляє чисте повітря, що не приводить до нових випаровувань нафтопродукту і додатковому часу роботи установки;
- У випадках зупинки системи для виконання профілактичних або ремонтних робіт у зимовий час, не відбуватиметься викид парів через дихальні клапана резервуарів.

Загальний вигляд системи уловлювання парів вуглеводнів на базі м'яких резервуарів – газгольдерів та компресорної установки наведено на рис. 1.

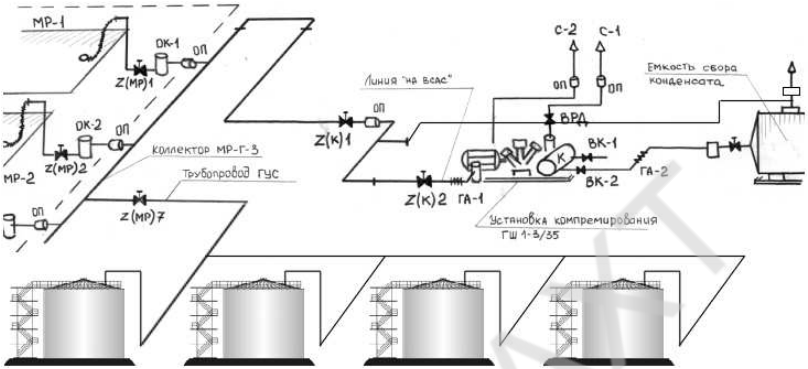


Рис. 1. Схема трубопроводів та установки обладнання системи утилізації парів нафтопродуктів: МР-1, МР-2 – м'які резервуари-газгольдери; ОК-1, ОК-2 – відсічні клапани Ду 150; Z(МР)1, Z(МР)2, Z(К)1 – затвори поворотні типа «Баттерфляй» Ду 150; Z(МР)7 – затвор поворотний типа «Баттерфляй» Ду 200; Z(КР)2 – кран кульовий Ду 100; ОП – вогнеперегороджувач; ГА-1, ГА-2 – гнучкий адаптер; ВК-1, ВК-2 – вентилі скидання конденсату (ВК-1 – для відбору проб); С-1 и С-2 – свіча скидання відроботаної суміші и аварійна свіча; ВРД – вентиль регулювання тиску; К – конденсатозбірник компресорної установки ГШ 1-3/35

Одним з найбільш перспективних напрямків розвитку засобів уловлювання вуглеводневих парів є застосування компресійних систем уловлювання легких фракцій з використанням рідинно-газових струменевих, апаратів (струменево-компресорних установок). У таких системах стиснення ППС відбувається за рахунок енергії високошвидкісних струменів робочого середовища, що знаходиться в різних агрегатних станах (рідина, двофазна газорідинна суміш). У цих установках для уловлювання парів легких фракцій в якості робочого середовища можна використовувати нафтопродукт, що надходить в резервуар, а потім подавати вловлені пари безпосередньо в нафтопродукт. При цьому схема стає замкненою. Струменево-компресорні установки (СКУ) для уловлювання легких фракцій забезпечують високу ступінь скорочення втрат, мають малу металоємність і капіта-

лоємність, прості і надійні в експлуатації. Робота струменевого апарату (ежектора) стійка при значних коливаннях параметрів і фракційного складу відсмоктуючого газу.

Принцип роботи СКУ полягає в наступному. Робоча рідина подається в ежектор через сопло за допомогою насосу і захоплює за собою пасивний потік пароповітряної суміші з резервуару. Частина енергії робочої рідини в процесі змішування фаз передається пасивному потоку, стискаючи його. Одночасно відбувається процес інтенсивної конденсації парів вуглеводнів. Утворена на виході з ежектора рідинно-газова суміш розділяється у сепараторі, після чого осушене стиснене повітря йде в атмосферу, а робоча рідина подається на вхід насосу. У системі передбачений теплообмінник для відведення надлишку теплоти, а також трубопроводи для підведення свіжої робочої рідини на підживлення системи та відведення надлишку робочої рідини з конденсуючими парами вуглеводнів. Принципова схема установки представлена на рис. 2.

На першому етапі дослідницької роботи був виконаний розрахунок втрат нафти від випаровування з РВС-10000 без засобів скорочення втрат бензину. Характеристики нафтопродукту приведені в табл. 2.

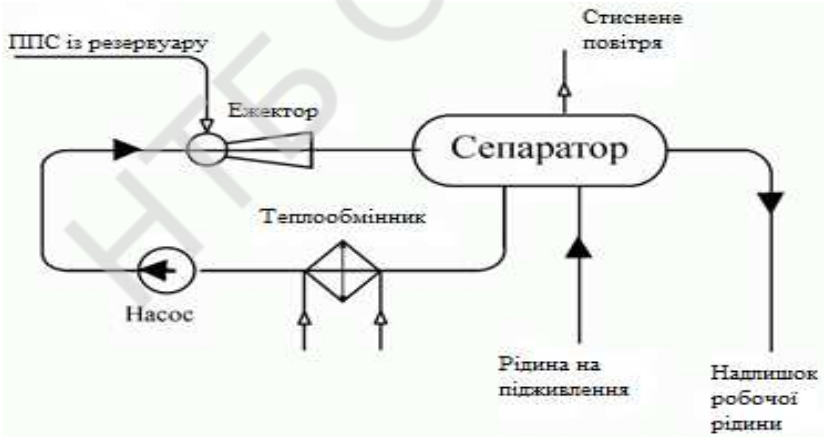


Рис. 2. Принципова схема струменево-компресорної установки для уловлювання легких фракцій

Таблиця 2 – Характеристики нафтопродукту, що зберігаються в резервуарі РВС-10000

Густина	730
Температура початку кипіння	308
Тиск насичених парів при 38°С	66700
В'язкість	$0{,}6 \cdot 10^{-6}$ м^2/с

Розрахунок втрат від «великих» і «малих» подихів виконувався за методикою, наведеною в [3]. Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 3. Результати розрахунку для різних сезонів наведені в таблиці 4.

Таблиця 3 – Вихідні дані для розрахунку втрат бензину від випаровування

Тип резервуару	РВС -10000
Місце розташування	Одеса
Ступінь чорноти поверхні резервуара	0,19
Коефіцієнт хмарності	0,8
Коефіцієнт прозорості атмосфери	0,7
Географічне широта, °	46,28
Продуктивність насосу, м^3/ч	400
Мінімальна висота наливу,м	1,8
Коефіцієнт заповнення резервуару	0,83
Діаметр патрубку резервуара,мм	700
Діаметр патрубку клапана,мм	350
Тиск, на який відрегульовано спрацьовування дихального клапану: при вакуумі, Па	200
при підвищені тиску, Па	2000

Таблиця 4 – Результати розрахунку втрат бензину від випаровування

	січень	липень	жовтень
1	2	3	4
Максимальна температура вдень, К	274	302	287
Максимальна температура вночі, К	269	294	279
Концентрація вуглеводнів в ППС в процесі «малих подихів», кг/м^3	0,732	1,599	1,019
Втрати від «малих» подихів, кг/сут	0	62,8	22,8

НТБОНАХТ

1	2	3	4
Масова концентрація вуглеводнів в ППС в процесі «великих подихів», кг/м^3	2,816	2,565	2,701
Об'ємна концентрація вуглеводнів в ППС в процесі «великих подихів», м^3/м^3	0,198	0,48	0,29
Втрати від «великих» подихів, кг	4801	10480	6718
Річні втрати від «малих» подихів, кг/рік	22550		
Річні втрати від «великих» подихів, кг/рік	86151		
Річні втрати, кг/рік	108701		

Для оцінки втрат при зберіганні нафтопродуктів з використанням засобів скорочення необхідно оцінити ступінь скорочення втрат – S, яка залежить від багатьох факторів. Цей коефіцієнт показує, на скільки відсотків знижуються втрати нафтопродукту від випаровування порівняно зі зберіганням нафти в звичайному резервуарі, не обладнаному засобами зниження втрат.

Ступінь скорочення втрат від випаровування при використанні понтонів розраховувалася за методикою [3] з використанням емпіричної формули:

$$S_n=b_{os}+b_{ls}\cdot n^{b2s} \quad (1)$$

де n – коефіцієнт оборотності резервуарного парку, b_{0s}, b_{1s}, b_{2s} – постійні числові коефіцієнти, залежні від номінальної місткості резервуара і коефіцієнта оборотності. Відомості про ці величини наведені в [3].

За результатами розрахунків при використанні понтону коефіцієнт скорочення втрат склав S=0,69.

Ступінь скорочення втрат при використанні ГУС з компресором оцінювалася за ступенем зниження концентрації вуглеводнів в ППС на виході з резервуару за методикою [4]. Експериментально оцінений склад пароповітряної суміші, що утворюється при випаровуванні нафтопродуктів прийнятий за [4] та для бензину наведений в табл. 5. Тиску нагнітання компресора за ступенями прийнятий наступним: 1 ступень – 0,35 МПа; 2 ступень – 1,05 МПа; 3 ступень – 3,5 МПа.

НТБОНАХТ

Температура ППС після кожної ступені стиснення та охолодження в повітряному теплообміннику – 313 К.

Концентрація пароповітряної суміші, яка утворюється при зберіганні бензину прийнята наступною: пропан – 0,0150 м^3/м^3; ізо-бутан 0,08 м^3/м^3; н-бутан 0,10 м^3/м^3; пентан 0,14 м^3/м^3; бензол 0,005 м^3/м^3; гексан0,06 м^3/м^3

Був розрахований кінцевий кількісний вміст парів бензину в ППС (в кг/м^3). Результати розрахунку виконані з використанням програми mathcad. Був виконаний розрахунок об'ємної концентрації кожного компонента в ППС на виході з компресорної установки і визначена сумарна масова концентрація вуглеводнів в ППС (приведена до атмосферного тиску): $\sigma_{ППСвих}$ =0,276 кг/м^3. *К*онцентрація вуглеводнів в пароповітряної суміші на вході в компресорну установку (за її заданим складом) – $\sigma_{ППС0}$ *=1,093 кг/м^3*. Коефіцієнт зниження втрат бензину при випаровуванні внаслідок «великих подихів» при розглянутих умовах склав:

$$S = 1 - \frac{\sigma_{\text{ППСвих}}}{\sigma_{\text{ППС0}}} = 0{,}747.$$

Ступінь скорочення втрат при використанні ГУС з ежектором оцінювалася за методикою [5]:

$$S_{\text{e}} = 1 - 0{,}303 \cdot (\text{p})^{-0{,}192} \cdot (\text{T})^{1{,}75} \cdot (\text{C}_{\text{o}})^{-0{,}046} \cdot U^{0{,}123}\,, \qquad (2)$$

де C_o, P,T – безрозмірні величини концентрації, а також тиск та температури сепарації суміші в циркуляційній ємності: $C_o = C_o/100$; $P = P_c/P_{ат}$; $T = T_c/273$.

Для розрахунків були прийняті тиск 0,2 МПа, атмосферний тиск 0,1013 Мпа, температура 293 К і 313 К і коефіцієнт ежекції (відношення витрат усмоктуваної ППС до витрат робочої рідини з високим тиском) U = 4,5; 3; 1,5. Результати розрахунків за формулою приведені в таблиці 6.

Таблиця 6 – Залежність коефіцієнтів скорочення втрат ежекторної системи уловлювання парів УВ від прийнятих для розрахунку параметрів

	U=4,5	U=3	U=1,5
T=293 К	0,50	0,56	0,60
T=313 К	0,49	0,51	0,55

Подальше розрахунки будемо вести для Т=293 К.

При порівнянні отриманих результатів по величинам зниженням втрат нафтопродуктів від випаровування, можна сказати, що ступень зниження втрат при великих диханнях від використання ГУ системи з компресором віще, ніж у ежекторній системи та ніж для резервуару з понтоном. Однак, ГУ система забезпечує практичне повне уловлювання втрат від «малих подихів», навіть без використання компресору або ежектора, що не забезпечує використання понтону. Але слід врахувати додаткові витрати електроенергії на роботу компресора або ежектора ГУ системи, яких немає при використанні понтону.

Тобто, ймовірно використання понтона доцільно буде тоді, коли коефіцієнт оборотності резервуарного парку (частота заповнення та спорожнення резервуарів) буде високим, а при низькому коефіцієнті оборотності (що характерно для нафтобаз України) ймовірно доцільніше використовувати газоурівнювальну систему з компресорною або ежекторною установкою.

Результати розрахунків втрат бензину від випаровування наведено в таблиці 7.

Таблиця 7. Результати розрахунків втрат бензину при впровадженні різних засобів скорочення втрат бензину від випаровування

Параметр	Без засобів скорочення втрат	З використанням понтону	З використанням газоурівнювальної системи з механічним компресором	З використанням газоурівнювальної системи з ежектором
1	2	3	4	5
Коефіцієнт скорочення втрат, S	0	0,63	0,747	0,50 при U=4,5 0,56 при U=3 0,60 при U=1,5
Річні втрати бензину від випаровування від «малих» подихів, кг/рік	22550	8344	0	0

1	2	3	4	5
Річні втрати бензину від випаровування від «великих» подихів, кг/рік	86151	31876	21796	43076 при U=4,5
				37906 при U=3
				34460 при U=1,5
Сумарні річні втрати бензину від випаровування $G_{рік}$, кг/рік	108701	40220	21796	43076 при U=4,5
				37906 при U=3
				34460 при U=1,5

3. Результати розрахунку витрат електроенергії на роботу механічного компресора та ежектора установок уловлювання парів легких фракцій

На наступному етапі роботи був виконаний розрахунок енергоспоживання компресорною та ежекторною системою при їх роботі продовж однієї сливо-наливної операції (одне «велике дихання»).

Оцінити енерговитрати на механічне стискання ППС в компресорі була визначена за методикою [6].

Для розрахунків були прийняті наступні вхідні дані:

Тиск на вході в першу ступень – p_1=0,1 МПа;

Тиск на вході в другу ступень – p_2=0,35 МПа;

Тиск на вході в третю ступень – p_3=1,05 МПа;

Тиск на виході з третій ступені – p_4=3,5 МПа;

Температура на вході в першу ступень – $T_1 = 25\ °C$;

Температура на вході в другу та третю ступені – $T_2 = T_3 = 40\ °C$;

Об'ємна продуктивність насоса – Q = 400 м^3/год.

За результатами розрахунку потужність електродвигуна для приводу компресора $N = 61{,}31\ кВт$.

Потужність електродвигунів приводів насосів для стиснення робочої рідини склала (ежекторна система): $N = 150$ кВт для U=4,5; $N = 153$ кВт для U=3,0; $N = 147$ кВт для U=1,5.

4. Еколого-енергетичне обґрунтування доцільності використання засобу зниження втрат бензину від випаровування

Зазвичай для оцінки перспектив впровадження якого або нового виду обладнання або технології широко використовувався техніко-економічний метод аналізу. Але останні роки, коли виникла гостра необхідність зниження антропогенного навантаження на довкілля та

економії енергетичних ресурсів, потреба в новому, еколого-енергетичному методі аналізу не викликає сумнівів.

Значення повної еквівалентної емісії парникових газів – ПЕЕПГ знаходитися підсумовуванням прямої (тобто виділеною безпосередньо в технологічному процесі) емісії парникових газів (ПГ) і непрямої (виділеної на попередніх стадіях технологічного процесу) емісії ПГ при отриманні енергоносіїв, сировини, комплектуючих виробів, а також створенні устаткування, капітальних споруд і так далі. У ряді випадків необхідно враховувати емісію ПГ, що виділяються при утилізації устаткування, і непряму емісію ПГ, пов'язану з енергетичним еквівалентом людської праці. При цьому еквівалентну емісію ПГ для кожного виду матеріалу, напівфабрикату і так далі можна обчислити заздалегідь для кожної стадії виробничого процесу.

В даний час, за відсутності інформації про значення емісії ПГ сировини, матеріалів, комплектуючих виробів і т.п. процедура розрахунку ПЕЕПГ представляє досить складну задачу. Розрахунок ПЕЕПГ можна значно спростити, якщо використовувати цілком доступну інформацію про вартість сировини, конструкційних матеріалів і комплектуючих виробів.

При такому підході для оцінки величин енергоємностей можна використовувати вартості конкретного матеріалу, процесу і т. ін. помножені на величину енергоємності валового внутрішнього продукту – $e_{ВВП}$, кВт·ч /$.

Повна еквівалентна емісія ПГ аналізованої установки (устаткування), що виробляє один конкретний вид продукції на її повному життєвому циклі може бути розрахована за формулою [7]:

$$\begin{aligned}\mathrm{TEGHGE_{eq}} = \sum\left(\beta \cdot e_{GDP} \cdot \left(c_i^{eq} + c_i^{eq.disp}\right) + em^{h.l} \cdot T_i^{h.l}\right) + e_{GDP} \cdot \beta \cdot \tau \sum c_i^{eq}\left(k_{dep\,i} + k_{rep\,i}\right) + \\ + e_{GDP} \cdot \beta \cdot \tau \cdot n \sum\left(c_j \cdot G_j\right) + n \sum\left(m_k \cdot GWP_k\right) + \sum\left(m_k^{eq} \cdot GWP_k \cdot (1-\alpha_k)\right) + \\ + n \cdot \tau \cdot em^{h.l} \cdot T^{h.l} + e_{GDP} \cdot \beta \cdot c^{pr.disp} \cdot n \cdot \tau \end{aligned} \quad (10)$$

де β – середнє значення непрямої емісії парникових газів при виробництві одиниці електроенергії в конкретній країні, кгCO_2-екв/кВт·ч; e_{GDP} – енергоємність ВВП в конкретній країні, кВт·ч (US$)$^{-1}$; c_i^{eq} – вартість і-го елемента (обладнання) даної системи, US$; k_{dep} та k_{rep} – коефіцієнти, що враховують річні витрати (від початкових капіталовкладень) на амортизацію і ремонт елементів даної системи, рік $^{-1}$; τ – термін експлуатації обладнання даної системи, рік; $c_i^{eq.disp}$ –

вартість утилізації і-го елемента (обладнання) даної системи, US$; $em^{h.l}$ – еквівалентна емісія одиниці людської праці, CO_2-екв·(людина-час)$^{-1}$; $T_i^{h.l}$ - витрати людської праці на складання та встановлення і-го елемента (обладнання) даної системи, людина-час; c_j – вартість виробництва j-го виду сировини, напівфабрикату, енергоресурсу, необхідного для виробництва продукції даної установки, US$·(одиниці сировини)$^{-1}$; G_j – витрата j-го виду сировини, напівфабрикату, енергоресурсу, необхідного для виробництва продукції даної установкою, (одиниця сировини) • (одиницю продукції)$^{-1}$; n – річний випуск продукції даної установки, (одиниця продукції)·рік$^{-1}$; m_k – маса k-го парникового газу, що викидається при виробництві одиниці продукції, кг·(одиниця продукції)$^{-1}$; GWP_k – потенціал глобального потепління k-го парникового газу, (кг CO_2-екв)·(кг парникового газу)$^{-1}$; m_k^{eq} – маса k-го парникового газу в обладнанні в момент його утилізації, кг; α – частка утилізації парникових газів при закінченні терміну експлуатації обладнання ; $T^{h.l}$ – трудовитрати на виробництво одиниці продукції, (людина-час)·(одиницю продукції)$^{-1}$; $c^{pr.disp}$ – витрати на утилізацію продукції, US$·(одиницю продукції)$^{-1}$

Таблиця 8 – Деякі рекомендовані перекладні коефіцієнти для розрахунку величини ПЕЕПГ стосовно економіко-енергетичним умовам України (на 2015р.)

Середня кількість CO_2, що виділяється при виробництві 1 кВт·ч електроенергії в Україні, кгCO_2/кВт·ч [8]	β=0,697
Еквівалентна емісія одиниці людської праці, CO_2-екв·(людини-час)$^{-1}$ [9]	$em^{h.l}$ = 0,46
Енергоємність валового внутрішнього продукту (ВВП) в Україні, кВт·ч/ U.S.$ [10] кВт·ч/ грн.	e_{GDP} =16,56 e_{GDP} =0,6625

5. Результати еколого-енергетичного аналізу доцільності впровадження різних засобів скорочення втрат бензину від випаровування

За запропонованою вище методикою було виконане порівняння ПЕЕПГ при використанні різних засобів скорочення втрат бензину від випаровування.

Зводимо всі необхідні для розрахунків данні (які наведено у попередніх розділах) в таблицю 9.

Таблиця 9 – Вхідні данні для розрахунків ПЕЕПГ при впровадженні різних засобів скорочення втрат бензину від випаровування

Параметр	Без засобів скоро-чення втрат	З вико-ристан-ням пон-тону	З використанням газо-урівнюваль-ної системи з механіч-ним компре-сором	З використанням газоурівню-вальної системи з ежектором
Коефіцієнт скорочення втрат, S	0	0,63	0,747	0,50 при U=4,5 0,56 при U=3 0,60 при U=1,5
Річні втрати бензину від випаровування $G_{рік}$, кг/рік	108701	40220	21796	43076 при U=4,5 37906 при U=3 34460 при U=1,5
Вартість обладання скорочення втрат бензину від випаровування c^{eq}, грн	0	200000	800000	600000
Потужність компресора або ежектора у складі газоурівню-вальної системи N, кВт	-	-	61,31	150 при U=4,5 153 при U=3 147 при U=1,5
Кількість електроенергії, що споживається компре-сором або ежектором у при здійсненні однієї операції наливу бензину у резервуар $G_{ел}$, кВт·год**	-	-	1538,7	3762 при U=4,5 3837 при U=3 3686 при U=1,5
Трудовитрати на обслуго-вування системи скоро-чення втрат бензину від випаровування $T^{h.l}$, людина – час/рік	0	0	432	432

** $G_{ел}$ – розраховується за велечинами оціненої потужністі компресора або ежектора N, швидкості заповнення резервуара – 400 м^3/рік та корисного об'єму резервуару – 10032 м^3.

НТБ ОНАХТ

Додатково приймаємо однаковими для всіх порівнювальних систем: коефіцієнт оборотності резервуару $n_{об}$ = 12 1/рік; вартість 1 кг бензину, що втрачається від випаровування, C_{BB} = 30,1 грн/кг (приймаємо вартість бензину 22 грн/л та його густину 0,730 кг/л); потенціал глобального потеплення вуглеводнів GWP_{BB} =20; кг CO_2-екв/кг [11]; коефіцієнти амортизації і ремонту елементів даної системи k_{dep} + k_{rep} = 0,15 рік$^{-1}$; термін експлуатації обладнання скорочення втрат τ=15 рік.

При виконанні розрахунків планується розглядати прямі викиди парникових газів, які потрапляють в атмосферу в процесі експлуатації резервуарів з засобами скорочення втрат – втрати вуглеводнів, які є парниковими газами. І непрямі викиди, пов'язані з капітальними витратами на створення засобів скорочення втрат і з виробництвом електроенергії, яка в даному випадку споживається компресором ГУС. Також непрямі втрати повинні включати в себе і еквіваленту емісію парникових газів від втрат самих енергоресурсів (бензину, котрий при випаровуванні втрачається й на виробництво котрого були затрачені певні кошти). Також планується враховувати еквіваленту емісію, пов’язану з людською працею при експлуатації обладнання. Емісія парникових газів при утилізації обладнання в даному розрахунку не враховувалася.

Розрахунок носить порівняльний характер, тому викиди, які є однаковими для порівнюваних варіантів (капітальні витрати на будівництво резервуара, його експлуатацію тощо), не враховуються.

Формулу (10) для розрахунку повної еквівалентної емісії парникових газів (ПЕЕПГ) можна перетворити стосовно аналізу доцільності впровадження порівнювальних засобів скорочення втрат бензину від випаровування у формулу (11). У якості продукту у розглянутому об’єкті – резервуарі з засобом скорочення втрат від випаровування – можна прийняти бензин. У якості енергоресурсів, які використовуються в процесі зберігання бензину розглядається тільки споживання електроенергії $G_{ел}$ (кВт·ч за одне «велике дихання»), що витрачається на роботу механічного компресора або ежектора тільки під час «великих дихань».

$$ПЕЕПГ = \beta \cdot e_{GDP} \cdot c^{eq} + e_{GDP} \cdot \beta \cdot \tau \cdot c_i^{eq} \left(k_{dep} + k_{rep} \right) +$$
$$+ \beta \cdot \tau \cdot G_{ел} \cdot n_{об} + \tau \cdot G_{рік} \cdot GWP_{BB} + \tau \cdot em^{h.l} \cdot T^{h.l} + \beta \cdot e_{GDP} \cdot \tau \cdot G_{рік} \cdot C_{BB} \qquad (11)$$

Результати розрахунку еколого-енергетичних характеристик порівнюваних систем зниження втрат нафти від випаровування наведені на рис. 3.

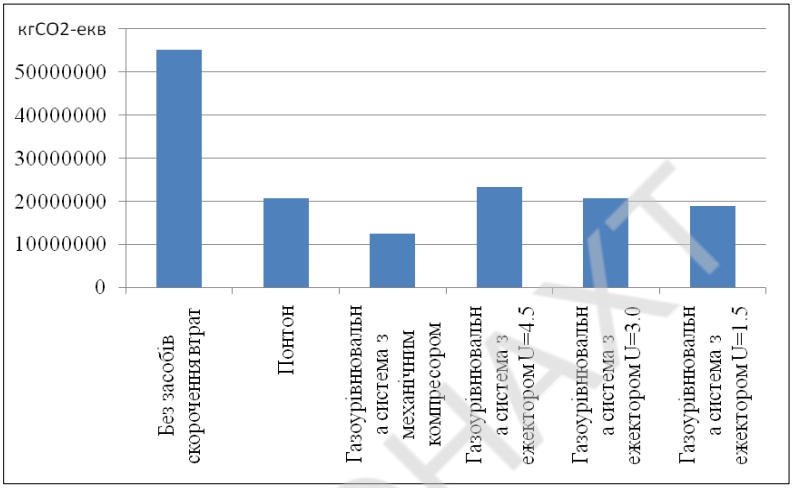


Рис. 3. Порівняння величини ПЕЕПГ для різних засобів зниження втрат бензину при випаровуванні з резервуару об'ємом 10000 м^3 за τ=15 років

Висновки

Об'єктом аналізу в представленій роботі є група резервуарів РВС-10000 для зберігання бензину в кліматичних умовах Одеської області. На першому етапі роботи для даного об'єкту був виконаний розрахунок втрат бензину від випаровування. Далі були оцінені викиди вуглеводнів для декількох варіантів зберігання: без засобів скорочення втрат, з використанням в якості засобу скорочення втрат понтона, з використанням в якості засобу скорочення втрат двох систем уловлювання парів вуглеводнів. Було показано, що втрати від випаровування бензину при використанні засобів скорочення втрат призводять до істотної економії енергоресурсів, а також й до додаткових економічних витрат на їх впровадження та експлуатацію. Розрахунки показали, що застосування газоурівнювальної системи з механічним компресором забезпечує найбільше скорочення втрат від випаровування.

Виконаний еколого-енергетичний аналіз показав, що застосування газоурівнювальної системи з механічним компресором є більш

доцільним, ніж використання аналогічної системи з ежектором та понтону, так як забезпечує найменші викиди парникових газів за повний життєвий цикл для розглянутої групи резервуарів. Отриманий результат стосується тільки розглянутих об'єктів та при інших початкових даних може бути принципово протилежним, так як буде залежить й від виду нафтопродукту, від коефіцієнту оборотності резервуару, від його об'єму та ін.

Так як зниження викидів парникових газів і енергозбереження нерозривно пов'язані, то можна сказати, що впровадження обраного засобу зниження втрат від випаровування сприятиме виконанню не тільки вимог Кіотського протоколу, а також закону України про енергозбереження.

Розглянуту в даній роботі методику еколого-енергетичного аналізу можна рекомендувати для аналізу різного устаткування нафтової галузі, так як вона враховує втрати вуглеводнів (парникових газів) і сприяє не тільки підвищенню екологічних показників об'єкта, але її ресурсозбереження.

Перелік використаних джерел

1. Цегельский В. Г., Ермаков П. Н., Спиридонов В. С. Защита атмосферы от выбросов углеводородов из резервуаров для хранения и транспортирования нефти и нефтепродуктов // Безопасность жизнедеятельности. – 2001. – №. 3. – С. 23-28.

2. Черняк Л. М. Перспективи впровадження сучасних екологічних систем на об'єктах системи нафтопродуктозабезпечення // Вопросы химии и химической технологии. – 2013. – №. 1. – С. 156-160.

3. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А., Шаммазов А.М. Типовые расчети при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов – Уфа: Дизайнполиграфсервис, 2002 р. – 331 с.

4. Греков В. Ф. и др. Конденсация паров бензина из паровоздушной смеси // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Сер.: Технічні науки. – 2011. – №. 2. – С. 206-210.

5. Коршак А. А. Прогнозирование степени улавливания паров бензина при использовании эжекторной системы улавливания легких фракций // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – №. 4. – С. 67-71.

6. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

7. Chen, G., Zhelezny, V., Khliyeva, O., Shestopalov, K., Ierin, V. (2017). Ecological and energy efficiency analysis of ejector and vapor compression air conditioners. International Journal of Refrigeration, 74, 127-135.

8. World Statistics [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http://world-statistics.org / – Назва з домашньої сторінки Інтернету.

9. Rugani, B., Panasiuk, D., & Benetto, E. (2012). An input–output based framework to evaluate human labour in life cycle assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment, 17(6), 795-812.

10. U.S. Energy Information Administration (International Energy Statistics) [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http:/ www.eia.gov/ – Назва з домашньої сторінки Інтернету.

11. Calm, J.M., Hourahan, G.C., 2009. Physical, Safety and Environmental Date for Current and Alternative Refrigerants // Refrigeration for Sustainable Development. In: Proc. 23th International Congress of Refrigeration, Prague, Czech Republic.

НТБ ОНАХТ

DEVICE FOR CLEANING OF FLUE GASES FROM SULFUR OXIDES AND CARCINOGENIC RESIN

Author – Mukminov I.
Supervisor –Kogut V., Boshkova I.
Odessa National Polytechnic University

Examines the problem of flue gas from the carcinogenic resin in enterprises that uses boilers. Carcinogenic substances present in flue gases causing cancer in humans are noted. The proposed use of a new innovative device for cleaning flue gases from carcinogenic resin, which will provide a significant reduction in air pollution in areas near industrial facilities with boiler systems. The scheme solutions of flue gas treatment plants and methods of purification, which given form the basis of their work.

Introduction

Serious influence on human health, vegetation and animals living in the field of flue gas emission from technological processes of a number of industrial enterprises is exerted by emission of harmful substances [1 – 4]. As a result, there is a need to control at the present level the content of these harmful emissions into the atmosphere [5, 6]. The content of sulfur, nitrogen and carbon oxides in the initial flue gases, which are formed during combustion of solid or liquid fuels, is a serious environmental threat. For example, chemical compounds such as sulfurous anhydride SO2 and sulfuric anhydride SO_3, nitrogen oxides NO, carbon oxides CO_2, when combined in the atmosphere with steam form acids $H2SO_3$, H_2SO_4, HNO_3, HNO_2, H_2CO_3 which cause harmful effects on human health, lead to the death of forests and fruit trees, reducing crop yields [7]. Carcinogenic resins have a serious impact on the environment [8]. They have the ability to accumulate in humans and animals, provoke chronic lung disease and also accumulate in plants [9]. The creation of new effective methods of gas purification is still an actual task [10].





НТБОНАХТ

The aim of the presented work is to modernize the filtration systems of flue gases by introducing into the filtration system new units, the use of which will allow cleaning at a higher quality level.



The results of the work are proposed to be used for the purification of flue gases from the combustion apparatus in heat and power industry.

Analysis of the modes of operation of the furnace of the boiler and especially the flue gases

With the development of industry and the increase of enterprises using boiler plants in production, the load on the environment is growing. The problem of creating more efficient methods of flue gas purification is becoming increasingly important. The largest amount of harmful emissions into the atmosphere occur when starting, changing the modes of robots and heating boilers. The composition of flue gases, depending on the fuel type or combustion mode include many different compounds. The combustion of organic fuel is accompanied by the release of thermal energy. In addition, as a result of chemical and physical reactions, smoke is released, which have various chemical compounds in their composition. Through uncontrolled release of combustion products into the atmosphere can be formed smog. This is observed during humid and windless weather. Oxides congenerous on suspended particles of water, forming a variety of acids.

Consider the mode of burning fuel in the boiler. During the initial stage, the temperature increases and carcinogenic resins are released from the fuel after reaching a certain value. Their release occurs until the temperature reaches a value when the resin begins to decay. Graphic representation of the combustion process is shown in Fig. 1. The line on the chart shows the dynamics of the growth of temperature in the boiler relative to

the time of the combustion process. The chart is divided into several zones, which are characterized by their temperature and exposure.

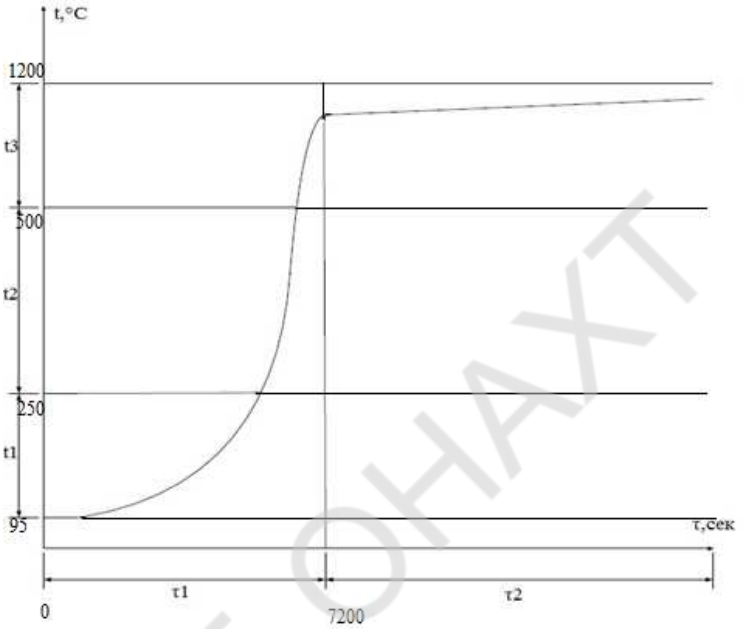


Fig. 1 Graph of kindling the furnace

Cleaning performed by operation of the proposed filter shall be performed in the first time zone and in the temperature period t1 and t2. Data for plotting taken from studies of start-up modes of the boiler. These data are averaged, as each boiler has its own individual ignition time, which depends on a large number of factors.

Schematic solutions for flue gas treatment plants

One of the known methods of flue gas purification is the condensation filter of flue gases. Condensing suction jet filter is designed for condensation of the carcinogenic tars, which are formed by firing the boilers in a mixture of low-quality coal fuels, as well as in transient modes. The required amount of refrigerant can be calculated using the created mathematical model for the processes occurring in the plant. On the chart, shown in Fig. 2, the flue gas temperature curves relative to refrigerant costs are given, calculated for different flow values.

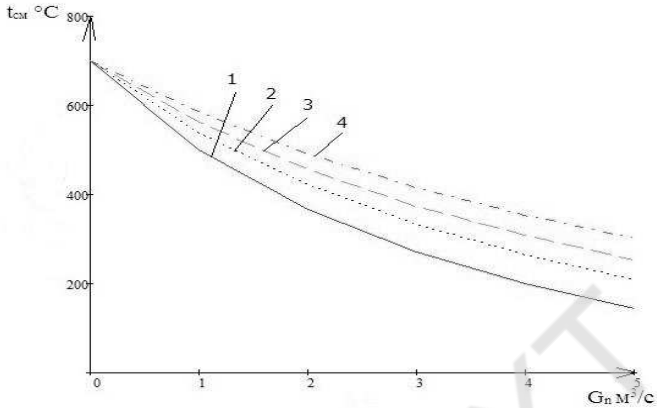


Figure 2 – Graph of temperature of the flue gas relative to the cost of the refrigerant: 1 – volumetric flow rate of flue gases of 4.05 m^3/s; 2 – volumetric flow rate of flue gases 5,248 m^3/s; 3 – volumetric flow rate of flue gases 6,286 m^3/s; 4 – volumetric flow rate of flue gases 7,662 m^3/s

At fig. 3 presents the scheme of installation for flue gas cleaning from tar carcinogenic [11]. Through this device passes the flue gas from the boiler furnace, which contains a carcinogen resin. Passing through the eductor, the gases are accelerated in the constriction, where a special chamber in the flow of introduced liquid refrigerant, which evaporates, lowers the temperature of the stream. Carcinogenic resin thus precipitated and removed in suspension with the flow in the removable tank, where the drops of the substance deposited on the walls. Next, the gas flow is displayed with the filter.

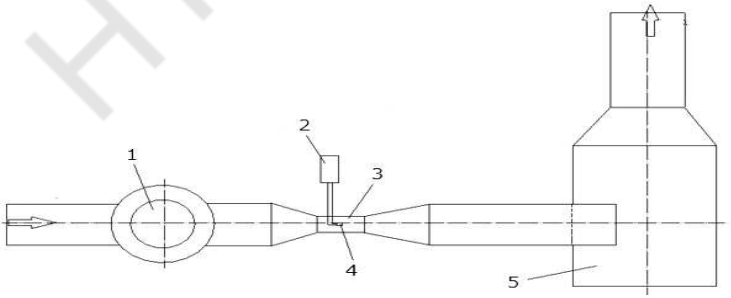


Figure 3. Scheme of installation for purification of flue gas from carcinogenic resins: 1- gas blower; 2-coolant supply; 3-mixing chamber; 4 – spray nozzle; 5 – liquid separator

At fig. 4 the improved scheme of installation of purification of flue gas is resulted. The flue gas flow through the nozzle 3 is fed to the mixing chamber 2, where the supercharger also serves 1 air from the environment at a speed of 10...20...20 m/s. the Mixing of ambient air with the flue gases is carried out to oxidize the oxides of the contaminants contained in the flue gas and reduce the temperature. The formed mixture at a speed of 10...15...15 m/s is served in the confuser 11 of the first HEE 4 accelerate to the speed of 60...70 ... 70 m / s. A liquid cooling agent (e.g. nitrogen) is injected into the stream through the first nozzle 6. As a result of contact with a fine-dispersed cooling agent, an instant mixing occurs with a decrease in the flow temperature to the starting temperature of the pollutant release reaction. The cooled stream is fed into the confuser 13 of the second heat exchanger-the ejector HEE 7, where it is accelerated to 70...80 ... 80 m / s, fed into the mixing chamber 14, where the stream through the nozzle 9 injected water.

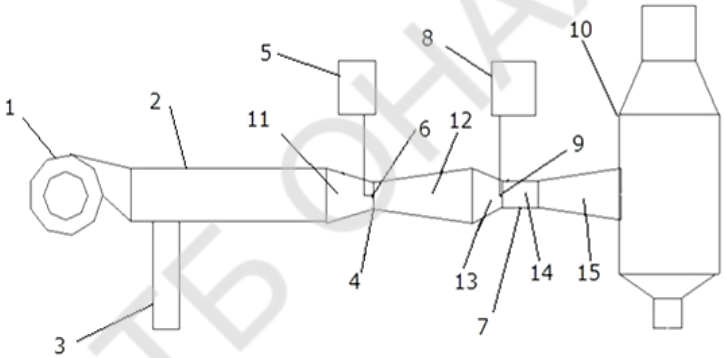


Figure 4. An Improved scheme of the installation for flue gas treatment: 1- gas blower; 2-mixing chamber; 3-a nozzle from the flue gas supply to the mixing chamber; 4-the first heat exchanger-ejector (HEE); 5-a container for the cooling agent; 6-the first nozzle; 7-the second heat exchanger-ejector; 8-a container for water; 9 – the second nozzle; 10-a liquid separator; 13-a confuser; 15-a diffuser; 14-a mixing chamber

Upon contact of the flow of flue gas, which contains oxides of pollutants, such as SO_3, CO_2, NO_2, fine sprayed water, the reaction occurs with the formation of acids whose molecules congenerous microparticles of dust, forming the nucleus:

$$SO_3+H_2O=H_2SO_4,$$

$$2NO_2+H_2O=HNO_3+HNO_2,$$
$$CO_2+H_2O=H_2CO_3.$$

Then the flow enters the liquid separator 10, where the acid condensate is separated and the flue gases are released into the environment.

The starting temperature of the hydration reaction (release of pollutants from flue gases) is 400...500 °C. As usual, the temperature of flue gas supply to the cleaning device is 600 ... 700 °C, i.e. much higher. Therefore, the proposed device provides for cooling of flue gases before cleaning in the previous cooling unit.

Schemes of devices for storage and supply of refrigerant are shown in Fig. 5 and Fig. 6.

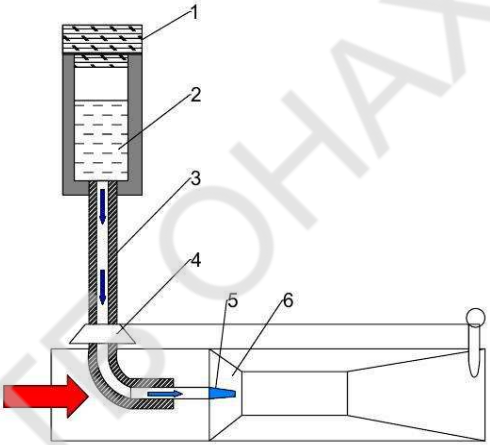


Figure 5. Diagram of the device for storing and handling refrigerant with a high vacuum cryogenic pipeline: 1-cover; 2-insulated container with liquid nitrogen; 3-high vacuum cryogenic pipeline; 4 – shut-off and regulating device; 5 – nozzle; 6 – ejector-heat exchanger

These devices require special attention because storing and pumping liquid refrigerant requires some technical modifications of the pipeline. To ensure the stable operation of this scheme, a reliable method of regulating the supply of the working fluid is needed. Conventional shut-off valves are not suitable for such purposes. A special shut-off valve is required, designed for working environments such as low boiling point liquid refrigerants.

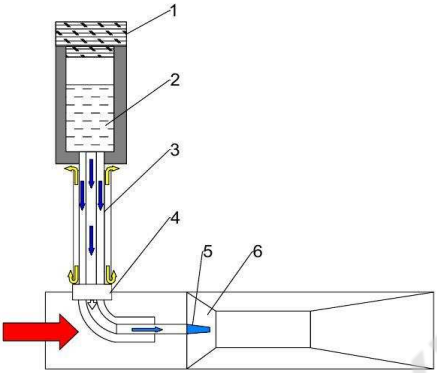


Figure 6. Diagram of the device for storing and handling refrigerant:
1-cover; 2-insulated container with liquid nitrogen;
3 – cryogenic overflow device; 4 – shut-off and regulating device;
5 – nozzle; 6 – ejector-heat exchanger

It is also envisaged to purify flue gases from sulfur oxides. It should be noted that the modes of operation of the filtration system and cleaning methods will vary, as they are used at different stages of the boiler. So, flue gases cleaning from resins is carried out at the initial stage of the boiler operation, and oxides cleaning should take place during the active mode of the boiler operation.

Discussion of the advantages of a new method of gas purification

In comparison with other methods of flue gas purification, the proposed devices are characterized by a relatively simple technical execution, so that their reliability is significantly increased. In this case, the most suitable contact heat exchanger due to the fact that it has a developed heat exchange surface. Condensation on droplets of water-sprayed oxides of pollutants, such as SO_3, CO_2, NO_2, followed by the formation of acids, followed by their release when using inexpensive and non-deficient materials is an effective way of purification of flue gases, which can be used in thermal power plants using coal as fuel, liquid fuel or a mixture thereof.

Summary

The application of the proposed method of flue gas purification will almost completely eliminate the flow of flue gases from pollutants from the group of carcinogens. This need arises due to the transition to low-quality fuels and a high percentage of emissions at the time of transitional operation of boiler plants.

References

1. Gilbert SF. Mechanisms for the environmental regulation of gene expression: ecological aspects of animal development // J Biosci. – 2005. – 30 – :65–74 pp.

2. Чикенева И. В., Абузярова Ю. В. Содержание тяжёлых металлов в побочной продукции полевых культур в условиях техногенного воздействия // Известия ОГАУ. – 2011. – № 4 (32). – С. 280–282

3. Ревич, Б. А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. – 2010. – №4. – С. 87-99.

4. Маковецкая Г.А., Савирова Т.Ю., Герасимова О.Н. Роль экологического фактора в формировании здоровья детей // Экология и здоровье человека. Тезисы 2-ой научно-практической конференции. – Самара, 1995, с. 61-62.

5. Какарека С.В. Управление качеством воздушной среды и целевые показатели содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе // Природопользование. 2008. Вып.14. С. 5–10.

6. Кин Н. О., Чикенева И. В. К изучению содержания тяжелых металлов в культурных растениях Орско-Новотроицкого промузла Оренбургской области // Труды XI Всероссийского конгресса «Экология и здоровье человека», 5–7 декабря 2006 г. – Самара, 2006. – С. 109–112.

7. Танделов Ю. П. Влияние уровней загрязнения почв фторидами на урожайность и загрязнение сельскохозяйственных культур // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 2. – С. 131-138.

8. Ibarluzea JM, et al. Breast cancer risk in the combined effect of environmental estrogens // Cancer Causes Control. – 2004. – Vol. 15: – 591–600 pp.

9. Soto, A. M., Sonnenschein C. Environmental causes of cancer: endocrine disruptors as carcinogens // Nat Rev Endocrinol. – 2010. – 6(7). – 363–370.

10. Heinsohn, R.J.; Kabel, R.L. (1999). Sources and Control of Air Pollution Engineering. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. – 554 p.

11. Когут В.Е., Бутовский Е.Д., Бушманов В.М., ХмельнюкМ.Г. Защита окружающей среды от канцерогенных смол при розжиге отопительных систем // Холодильна техніка та технологія, 201551 (4),. с. 45–52.

THE IDENTIFICATION OF PLANTS-INDICATORS OF POLLUTION OF TERRITORIES BY HEAVY METALS IN THE ZONE OF EFFECTS OF HEAT-ELECTRICAL POWER STATIONS

Author – Konopelko O.
Supervisor – Pozniak A.
International Sakharov Environmental Institute of Belarussian State University

In this paper, the possibility of using test plants for monitoring the ecological state of territories in zones of atmotechnogenic impact is considered. To achieve this goal, the following tasks were accomplished:

- a review of the literature on the impact of combined heat and power plant emissions on soil and vegetation cover was conducted;

- selection of research methods;

- field inspections and take samples of soil and vegetation cover;

- plant samples were prepared and the content of chemical elements was analyzed using X-ray fluorescence analysis;

- statistical processing of data was performed.

The subject of the study is the impact of a thermal power plant on vegetative and soil cover.

As a result of the carried out researches, plant-indicators that can be used as an additional element for biomonitoring of zones of atmotechnogenic exposure for some chemical elements.

ВЫЯВЛЕНИЕ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Автор Конопелько О. М.
Руководитель – Позняк А. С.
Международный государственный экологический институт им. А.Д.Сахарова Белорусского государственного университета

Введение

Стремительное развитие научно-технического прогресса и наращивание мирового энергетического потенциала сопровождаются возрастающим с каждым днем отрицательным воздействием на окружающую среду. Именно тепловой энергетике в наше время, принадлежит определяющая роль в производстве энергии во всем мире.

При эксплуатации теплоэлектростанций выбрасывается большое количество химических элементов, выбросы которых наносят вред окружающей среде. К примеру, при сжигании природного газа образуются оксиды азота (NO, NO_2), оксид углерода (CO) и бенз(а)пирен ($C_{20}H_{12}$). При сжигании твердого и жидкого топлива образуются оксиды серы (SO_2, SO_3) и зола. В результате взаимодействия окружающей среды с такими элементами могут изменяться еѐ свойства, что оказывает неблагоприятное влияние на здоровье населения, растительный и почвенный покров, животный мир, атмосферный воздух. Кроме того, работа теплоэлектростанций связана с образованием большого количества отходов разных классов опасности [1].

Для снижения негативного воздействия выбросов теплоэлектростанций на окружающую среду необходимо организовать постоянно действующую сеть наблюдений за состоянием компонентов окружающей среды и осуществить поиск объектов, пригодных для биомониторинга загрязненности природных систем.

Целью нашей работы является выявление тестовых растений, пригодных для мониторинга экологического состояния территорий в зонах атмотехногенного воздействия (на примере Жодинской ТЭЦ).

Объектом исследования являлся филиал РУП «Минскэнерго» Жодинская ТЭЦ. Предмет исследования – воздействие теплоэлектростанции на растительный и почвенный покров.

1. Аналитический обзор

Биоиндикация загрязненности объектов окружающей среды

Биологический мониторинг является неотъемлемой частью наблюдений за окружающей средой. Его цели – оценка состояния окружающей среды и прогноз предполагаемых в ней изменений.

В качестве первых тест-объектов использовали растительные организмы (водоросли, сосудистые макрофиты), беспозвоночных животных (инфузории, ракообразные, брюхоногие и двустворчатые моллюски, насекомые), позвоночных животных (амфибии – как взрослые, так и эмбрионы, млекопитающие) и микроорганизмы (бактерии, дрожжи).

В настоящее время выделяют следующие виды биотестов: дафний и несколько видов дождевых червей, микроскопических одноклеточных зеленых водорослей из класса протококковых и пять-шесть видов рыб, как аквариумных (гуппи), так и мелких аборигенных (голец, гольян).

Биоэкологи считают, что при использовании этих видов может быть протестировано на экотоксичность более 80 % подлежащих обязательному контролю загрязняющих окружающую среду химикатов.

Около 40 методик биотестирования, разработанных в НИИ и на кафедрах университетов были апробированы.

В результате были сформулированы требования к методам биотестирования качества среды:

1) оценка степени отклонения от оптимума;
2) оценка наиболее общих параметров;
3) высокая чувствительность;
4) универсальность;
5) пригодность для оценки реальной природной среды;
6) воспроизводимость и статистическая достоверность результатов;
7) пригодность для широкого использования;
8) доступность биотестов.

В ходе проведения исследований и выявления индикаторов разработаны требования к их подбору:

- быть характерными для данных условий;
- иметь высокую численность в данном экотопе;
- обитать в данном месте в течение ряда лет, что дает возможность проследить динамику загрязнения;
- находиться в условиях, удобных для отбора проб;
- давать возможность проводить прямые анализы без предварительного концентрирования;
- характеризоваться положительной корреляцией между концентрацией загрязняющих веществ в организме-индикаторе и объекте исследования;
- ответная реакция биоиндикатора на определенное физическое или химическое воздействие должна легко регистрироваться визуально или с помощью приборов;
- биоиндикатор должен использоваться в естественных условиях его существования;
- для биоиндикации не пригодны организмы, подверженные сильному воздействию болезней, вредителей и паразитов.

НТБОГАХТ

Биологический мониторинг делят на геологический, водный, воздушный, почвенный и другие виды мониторинга.

Возможности использования растений в качестве тест- объектов для контроля загрязненности окружающей среды

Почва – главный источник минеральных питательных веществ для растений, из которого они потребляют важные элементы для своего питания, роста и развития [2]. При загрязнении почвы ТМ, они способны поступать в растения и накапливаться в них. Поступление ТМ в растения сильно зависит от вида растения и от их содержания в почве [3]. Некоторые растения наиболее чутко реагируют на характер и степень загрязнения атмосферы [4].

Основываясь на исследованиях зарубежных и отечественных авторов [Головатый, 2004; Позняк, 2007; Мыслыва, 2011 и др.] можно сделать вывод, что при исследованиях растений, находящихся в промышленных зонах, они могут служить тестовыми объектами для контроля состояния окружающей среды [5].

В результате многолетних исследований выделены некоторые растения- индикаторы. Например, присутствие сернистого газа можно увидеть по лишайникам и хвойным породам, наиболее сильно страдающим от загрязнений; индикаторами присутствия фтора являются чувствительные растения, накапливающие его и реагирующие на этот фитотоксикант некрозом листьев (гладиолусы, фрезия) [6, 7].

Загрязнение медью сказывается на росте растений, цинком – приводит к отмиранию листьев у растений, кобальтом – к ненормальному развитию и т.д. [6].

Виды сегетальных растений различаются по накоплению тяжелых металлов на фоновой территории и в условиях техногенного загрязнения. Этот показатель в зоне воздействия промышленных предприятий по сравнению с фоновой территорией возрастает в 1,1-19,3 раз в зависимости от вида растения и элемента [8].

Установленные закономерности по накоплению тяжелых металлов в отдельных видах сегетальных растений позволяют использовать их в качестве тестовых для оценки степени загрязненности агрофитоценозов тяжелыми металлами. Значения коэффициентов биологического накопления (КБН) тяжелых металлов возрастали в ряду: в растениях фоновой территории – Zr<Pb<Mn<Co<Cr<Sn<Ni<Cu<Zn, в растениях техногенно загрязненной территории – Zr<Pb<Co<Mn<Cr<Cu<Ni<Sn<Zn [8].

2. Объекты и методы исследований

Объекты исследования (характеристика Жодинской ТЭЦ)

Жодинская ТЭЦ является филиалом РУП «Минскэнерго» и расположена в 50 км от Минска, рядом с рекой Плиса. Предназначена для отпуска тепла в виде подогретой воды для отопления и горячего водоснабжения жилых домов, промышленных предприятий и административно-бытовых зданий и сооружений г. Жодино, а также производстве электроэнергии в сеть Белорусской энергосистемы. Отпуск тепла потребителям в виде пара отсутствует.

Основной вид топлива – газ, резервный – мазут. Один из котлов (Е-60) сжигает местные виды топлива (торф, древесное биосырье).

Основными вредными выбросами при сжигании газа являются диоксид и оксид азота, оксид углерода, а также бенз(а)пирен и диоксид серы в небольшом количестве. При сжигании мазута, кроме этих веществ дополнительно появляются сажа и мазутная зола в пересчете на ванадий, причем выбросы диоксида серы значительно возрастают. При сжигании твердых видов топлива (дробленый торфобрикет, щепа, фрезерный торф) выбрасываются твердые частицы, а также в меньшей степени выбросы тяжелых металлов и СОЗ.

В наибольшем количестве на Жодинской ТЭЦ выбрасываются твердые частицы (суммарно) в размере 2386,982 т/год, из них 2,294 т/год выбрасываются без очистки, остальные 2384,688 т/год поступает на очистку.

Диоксид серы в размере 337,201 т/год, оксид азота (IV) в размере 173,314 т/год и оксид углерода в размере 167,382 т/год выбрасываются без какой-либо очистки, поступая в атмосферный воздух и нанося вред окружающей среде.

В том числе, в составе выбросов загрязняющих веществ в незначительных количествах регистрируются бензо(b)флуорантен, бензо(k)флуорантен, гексахлорбензол, диоксины, индено (1, 2, 3 – c, d) пирен, полихлорированные бифенилы, серная кислота и эмульсол.

Методы исследования

Камеральный

В ходе проведения камерального метода исследований проводились:

1) поиск, обобщение и обработка информации о влиянии выбросов загрязняющих веществ на растительный и почвенный покров вблизи теплоэлектроцентрали и полигонов твердых коммунальных отходов, поиск и

НТБ ОНАТ

ознакомление с литературой по данной теме на базе Республиканской научно- технической библиотеки;

2) выбор участка для оценки влияния выбросов загрязняющих веществ на почвенный и растительный покров;

3) подготовка документации по объектам исследований (экологический паспорт, акт инвентаризации выбросов, карта-схема местоположения объектов).

Полевой

В полевых условиях проводилось:

1) ознакомление с объектами исследований;

2) закрепление постоянных пробных площадок на местности;

3) проведение отбора проб растительных образцов.

Пробы растительности и почвенного покрова отбирались на учетных площадках, размером 1 м на 1 м, расположенных в зоне воздействия Жодинской ТЭЦ в радиусе 8 километров на удалении 0.05 км, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 км в северном, северо-восточном, восточном, юго-восточном, южном, юго-западном, западном, северо-западном направлениях.

4) определение видового состава растительных образцов и количества растений по видам:

отобранные растения разобрали по видам, определяли принадлежность к семействам и видам с использованием определителя [9];

Лабораторный

Лабораторный метод исследований включал в себя:

1) подготовку проб к РФА:

образцы растительности, отобранные летом 2016 года (рисунок 2.1) измельчались при помощи мельницы лабораторной электрической, обеспечивающей мелкозернистость материала менее 20 мкм для сухого помола, тщательно перемешивались и высушивались в низкотемпературной лабораторной электропечи с вентилятором СНОЛ 3,9 при температуре 40°С до постоянного веса. Измельченные образцы просеивались через сито с размером ячейки сетки 0,5 мм, на электронных весах лабораторных ScoutPro взвешивалась навеска в 100 мг (рисунок 2.2). Далее при помощи гидравлического пресса из комплекта спектрометра (рисунок 2.3) навеска спрессовывалась в таблетку диаметром 10 мм под давлением $8*10^4$ N. Для каждого образца приготавливалось по 2 таблетки (рисунок 2.4). Всего подготовлено более 100 образцов.

Каждая таблетка помещалась в спектрометр энергий рентгеновского излучения (рисунок 2.5) СЕР-01 (ElvaX, Украина), где измерялась по 10

мин с каждой стороны. При этом использовалась авторская методика МВИ.МН 3272- 2009, утвержденная РУП БелГИМ [10].

Результаты исследований отображались в протоколе исследований.



Рис.2.1. Образцы растительности



Рис. 2.2. Измельченные образцы



Рис. 2.3. Гидравлический пресс

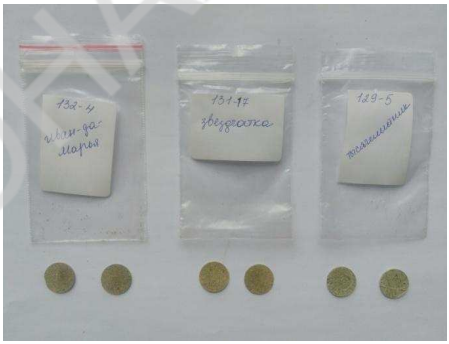


Рис. 2.4 Таблетки для физико-химического анализа образцов



Рис. 2.5. Рентгено-флуоресцентный анализатор СЕР-01 (ElvaX, Украина)

НТБОНАТ

3. Результаты исследований

Видовое разнообразие растительности в зоне воздействия Жодинской ТЭЦ

В ходе проведения наших исследований установлено, что биологическое разнообразие растений в зоне воздействия Жодинской ТЭЦ представлено 45 видами аборигенных растений, относящимися к 21 семейству.

Наиболее широко представлены виды растений, относящиеся к семействам астровых, бобовых, гречишных и злаковых. Семейство астровые представлено 11 видами, среди них чаще встречается ромашка непахучая, полынь обыкновенная, тысячелистник обыкновенный; в семействе бобовых выделено 4 вида, которые представлены клевером розовым, клевером пашенным, люпином многолетним и горошком мышиным; гречишных – 4 вида: щавель конский, горец вьюнковый, горец развесистый, горец птичий; пырей ползучий, мятлик луговой и просо куриное – 3 вида семейства злаковых.

Содержание химических элементов в растениях

Из литературы известно, что коэффициенты накопления химических элементов, рассчитанные на их валовое содержание в почве, не всегда отражают доступность для поглощения растениями. Концентрация металлов в растениях существенно зависит от их миграционной подвижности в звене почва – растение. Поскольку в почве одновременно присутствуют различные формы элементов, отличающиеся прочностью связей, миграционная способность может сильно меняться в зависимости от многих условий [11]. В отдельных исследованиях зарубежных авторов [А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас, 1989] установлены примерные концентрации химических элементов в зрелых тканях листьев растений, за исключением очень чувствительных и сильно устойчивых видов, являющиеся дефицитными, нормальными и токсичными.

Мы сравнили данные наших исследований с установленными примерными концентрациями химических элементов (таблица 3.1).

В наших исследованиях наблюдается превышение нормальных концентраций Fe в растениях в 14–19 раз для рассматриваемых типов угодий, Zn – в 2,6 раза только для дикорастущих растений – обитателей сельскохозяйственных угодий.

Содержание Cu, Pb и Sr в растениях находится в пределах нормальных концентраций в соответствии с имеющимися литературными данными.

Таким образом, можно предположить, что значения содержания элементов (Fe, Zn), находящиеся в нижних границах токсичных концентраций для растений требуют, по-видимому, постоянного контроля за их накоплением.

Таблица 3.1 – Сравнительная таблица установленных примерных концентраций с полученными концентрациями химических элементов, (мг/кг сухой массы)

Химический элемент	Лесные угодья	Сельскохозяйственные угодья	Нормальная	Токсичная
Ca	482-8019	741-8974	н/у	н/у
Cu	2-24	1,7-14,2	5-30**	30-100**
Fe	46-1327	56-995	50-70*	н/у
Pb	0,8-93	0,8-2,8	5-10**	30-300**
Sr	6-102	5-184	н/у	600-1000**
Zn	13-394	9-80	27-150**	150-400**

*П. Ф. Тиво, И. Г. Быцко, 1996

**А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас, 1989

Растения – тест-объекты для контроля загрязненности окружающей среды тяжелыми металлами

Для выявления растений-индикаторов были рассчитаны средние концентрации содержания химических элементов по различным видам растений, некоторые результаты представлены в таблице 3.2.

Исходя из полученных данных, выявлено, что наибольшее содержание Ca отмечается в подорожнике большом, люпине многолетнем, фиалке трехцветной и клевере розовом. В качестве тестовых растений предлагается применять фиалку трехцветную (рис. 3.1), подорожник большой (рис. 3.2), люпин многолетний, клевер розовый (рис. 3.3), характеризующиеся высоким средним содержанием Ca и марь белую, отличающуюся более низким средним содержанием, но диапазон ее концентраций высокий (3552-6772 мг/кг возд. сух. в-ва).

Высокие концентрации Cu наблюдались у фиалки трехцветной, тысячелистника обыкновенного и полыни обыкновенной, рекомендуемые в качестве растений-индикаторов.

Звездчатку среднюю, горец вьюнковый и сушеницу топяную можно выделить тестовыми растениями Fe по его высокому содержанию в них.

По Zn можем выделить фиалку трехцветную и зверобой продырявленный в качестве индикаторных растений, т. к. они обладают наивысшей концентрацией среди других растений и имеют среднюю встречаемость.

Таблица 3.2 – Содержание тяжелых металлов в растительности (мг/кг возд. сух. в-ва)

Вид растения	Средняя концентрация по всем площадкам												Встречаемость растения*
1	2		3		4		5		6		7		8
	Ca		Cu		Fe		Zn		Sr		Pb		
	min-max	▫	min-max	▫	min-max	▫	min-max	▫	min-max	▫	min-max	▫	
Пырей ползучий	482-1755	1075,3	1,7-6,8	3,9	78-845	258,3	9-37	24,6	6-35	15,9	0,84-1,4	1,0	часто (15)
Мятлик луговой		1153,9		2,4		113,8		29,9		5,2		1,0	редко (1)
Просо куриное		816,6		10,5		411,2		40,9		39,4		2,8	редко (1)
Ромашка непахучая	904-3554	2570,4	3,4-11,1	7,0	131-314	186,4	17-38	29,7	15 -67	33,0	0,96-1,6	1,2	часто (9)
Подорожник большой	6194-8974	7583,7	7,4-7,6	7,5	240-370	305,2	49-80	64,4	40-55	46,0	1,6-2,0	1,8	редко (2)
Подмаренник цепкий	4511-5088	4799,3	3,4-4,9	4,2	169-211	190,0	35-42	38,6	20-27	23,3	1,1-1,4	1,3	редко (2)
Хвощ полевой	4569-5038	4803,6	2,3-3,9	3,1	79-159	118,9	25-31	28,2	31-33	31,8	1,1-1,3	1,2	редко (2)
Сныть обыкновенная	3157-6407	4781,9	4,1-6,0	5,1	191-272	231,0	39-42	40,5	33-35	33,8	2,0-2,2	2,1	редко (2)
Люпин многолетний	5443-8019	6712,1	4,0-7,4	5,2	95-253	162,7	16-37	24,6	55-81	71,1	1,16-1,2	1,2	средне (4)
Аистник цикутный		5017,6		7,8		463,2		52,7		45,8		1,5	редко (1)
Орляк обыкновенный	786-1326	983,7	2,3-4,7	3,2	46-133	90,1	13-30	20,2	17-102	41,1	0,8-2,0	1,9	часто (5)
Клевер пашенный	4313-6406	5359,7	3,9-6,6	5,3	70-146	108,2	63-110	46,0	21-39	30,2	1,0-2,0	1,5	редко (2)
Ландыш майский	2539-4971	3802,2	2,3-3,4	3,0	72-108	92,9	17-32	26,8	35-56	42,9	1,1-1,2	1,2	средне (4)

*редко – 1-2 раза, средне – 3-5 раз, часто – более 5 раз



Рис. 3.1. Содержание Ca в фиалке трехцветной



Рис. 3.2 Содержание Ca в подорожнике большом



Рисунок 3.3 – Содержание Ca в клевере розовом

Тестовыми растениями по содержанию Sr рекомендуется использовать марь белую и дрему белую.

Тестовыми растениями для определения содержания Pb рекомендуется применять звездчатку среднюю, лопух большой и сныть обыкновенную.

В результате проведенных исследований выделены следующие аборигенные растения-индикаторы:

для Ca – подорожник большой, люпин многолетний, фиалка трехцветная, клевер розовый, марь белая;

для Cu –фиалка трехцветная, тысячелистник обыкновенный, полынь обыкновенная;

для Fe – звездчатка средняя, горец вьюнковый, сушеница топяная; для Pb – звездчатка средняя, лопух большой, сныть обыкновенная; для Sr – марь белая и дрема белая;

для Zn – фиалка трехцветная и зверобой продырявленный.

Выводы

В ходе проведения полевых обследований выделено 45 видов аборигенных растений, относящихся к 24 семействам. Наиболее часто встреча-

емыми являются семейства астровых, гвоздичных, бобовых, гречишных и злаковых.

В наших исследованиях предпринята попытка изучить возможность использования аборигенной растительности в качестве тест-объектов для экспресс-контроля и оценки загрязненности компонентов биосферы в условиях воздействия выбросов в атмосферу продуктов сгорания местных видов топлива. Индикаторные растения могут использоваться как для выявления отдельных загрязнителей воздуха, так и для оценки качественного состояния природной среды.

В результате работы выявлены растения-индикаторы, которые можно использовать, как дополнительный элемент для биомониторинга зон атмотехногенного воздействия для таких химических элементов, как Ca, Cu, Fe, Pb, Sr, Zn.

Выделены следующие аборигенные растения-индикаторы:

для Ca – подорожник большой, люпин многолетний, фиалка трехцветная, клевер розовый, марь белая;

для Cu –фиалка трехцветная, тысячелистник обыкновенный, полынь обыкновенная;

для Fe – звездчатка средняя, горец вьюнковый, сушеница топяная; для Pb – звездчатка средняя, лопух большой, сныть обыкновенная; для Sr – марь белая и дрема белая;

для Zn – фиалка трехцветная и зверобой продырявленный.

Список использованных источников

1. Влияние ТЭС на окружающую среду [Электронный ресурс] / Новости экологии. – Москва, 2008-2017. – Режим доступа: http://www.saveplanet.su/articles_114.html. – Дата доступа: 17.04.2017.

2. Конышева, Е. Н. Влияние тяжелых металлов и их детоксикантов на ферментативную активность почв / Е. Н. Конышева, И. С. Коротченко // Вестник КрасГАУ. – 2011. – вып. 1. – С. 100.

3. Вронский, В. А. Прикладная экология: учебное пособие / В. А. Вронский. – Ростов- на-Дону: Феникс, 1996. – 512 с.

4. Растения – индикаторы загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс] / Материалы межрегиональной научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Молодежь и наука: итоги и перспективы». – Саратов: С. Н. Григорьева, М. Э. Сейдаметова, 2005–2009. – Режим доступа: http://www.usrp.ru – Дата доступа: 28.04.2017.

5. Викторов, С.В. Основы индикационной геоботаники / С. В. Викторов, Е. А. Востокова, Д. Г. Вышивкин − Минск, 1961.

6. Позняк, С. С. Научные принципы экологического мониторинга агрофитоценозов в зонах воздействия промышленных центров: автореф. дисс. … д. с/х наук: 05.30.01 / С. С. Позняк; Горки, 2013. – 37с.

7. Флора Беларуси. Сосудистые растения / Третьяков [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова; НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 447 с.

8. Махонько, Э. Г. Методики оценки приоритетности контроля содержания металлов в почве / Э. Г. Махонько. – Обнинск, 1990. – 312 с.

9. Промышленная ботаника Кондратюк, Е.Н., Тарабарин, В.П., Баклановв, В.Н. [и др.]. – Киев, 1980. – 258 с. Позняк, С. С. Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов в пробах растительного и животного происхождения методом рентгено-флуоресценции / С. С. Позняк, Л. П. Лосева, Ю. В. Жильцова, Е. И. Савенок. – БелГИМ, 2009.

10. Илькун, Г. М. Загрязнители атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – Киев, 1978. – 246 с.

НТБ ОНАХТ

INTENSIFICATION OF THE MATERIAL DRYING PROCESS WITH USE OF THE MICROWAVE FIELD ENERGY

Author – Mykhailova O.
Supervisor – Boshkova I.
Odessa National Academy of Food Technologies

The results of an experimental study of the kinetics of drying using the energy of the microwave field in various combinations with convective drying are presented. The influence of various parameters such as the magnetron power, the duration of the process, the conditions of microwave heating on the drying rate and the specific energy of microwave; microwave pulsating, cyclic microwave convection drying (at different air temperatures) and continuous microwave-convection method are experimentally studied. Analysis of results on such indicators as drying rate, specific energy costs, temperature of material allowed to justify which method and in what mode is optimal and can be recommended.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ МИКРОВОЛНОВОГО ПОЛЯ

Автор – Михайлова О.В.
Руководитель – Бошкова І.Л.
Одесская национальная академия пищевых технологий

НТБОНАХТ

Введение.
Актуальность исследования микроволновой сушки зерна

В последние три десятилетия наблюдается взрывной рост исследований в поиске эффективных технологий сушки. Этот рост стимулирован энергетическим кризисом и увеличением потребительского спроса на более качественную продукцию [1, 2]. Основой для организации сушки материалов является нагрев, и этот процесс, наиболее распространенный промышленности за последние 50 лет [3], в то же время наименее контролируемый. Микроволновой (МВ) нагрев основывается на физическом

эффекте биполярной поляризации, он широко используется в пищевой промышленности [4, 5], сушке [6, 7, 8], в медицине [9]. В особый раздел следует отнести технологии сушки диэлектрических материалов пищевой промышленности и агропромышленного комплекса [10, 11]. К современным работам, которые относятся к области организации сушки с использованием микроволновой техники, относятся [12, 13, 14].

В операциях сушки диэлектрический нагрев от микроволнового поля часто имеет некоторые преимущества, включающие высокую энергетическую эффективность [15]. В [16] отмечается, что микроволновые технологии относятся к разряду энергосберегающих в силу их естественной специфики, однако для создания действующего оборудования необходимо проведение комплексных исследований с целью определения условий процесса, при которых будет достигаться высокая скорость сушки в сочетании с энергетической эффективностью, обеспечиваться равномерность поля внутри камеры, безаварийность и безопасность работы. Авторы [17] отмечают, что сушку в микроволновом поле целесообразно вести при значениях влагосодержания на уровне 20%, что в основном соответствует влагосодержанию зерновых культур на входе в сушильный аппарат.

Имеющиеся на настоящее время данные позволяют рекомендовать микроволновые технологии к разработке. Однако, как показывает современная практика, попытки создания нового оборудования, в частности, для микроволновой сушки, и его дальнейшее использование без предварительного исследования кинетики процесса не приводили к желаемому результату. Основой для конструирования новых установок являются экспериментально определенные требования к режимным параметрам процесса и условиями, при которых будет целесообразно применение того или иного способа сушки.

1 Экспериментальная установка и методика исследования

Цель исследований – установить, какой способ подвода энергии (микроволновой, микроволново-конвективный, конвективный) и какие режимные характеристики обеспечивают высокую интенсивность процесса сушки и необходимое качество готового продукта при минимальных энергозатратах. Для решения этих задач при каждом способе проводились эксперименты при различных режимах. При обработке опытных данных определялись закономерности изменения среднеинтегральных влагосодержаний и температур, скорость сушки, затраты энергии на 1 кг испаренной влаги.

Экспериментальная установка представлена на рис. 1. Установка обеспечивает проведение исследований при микроволновой, микроволново-конвективной и конвективной сушке. Внутри рабочей камеры установлен воздуховод из радиопрозрачного материала, в который помещалась ячейка, изготовленная в форме параллелепипеда из радиопрозрачного сетчатого материала. В экспериментальную ячейку засыпалось нужное количество материала. Размеры ячейки строго соответствовали размерам воздуховода, с тем, чтобы при продувке материала воздухом не происходило боковых перетечек.

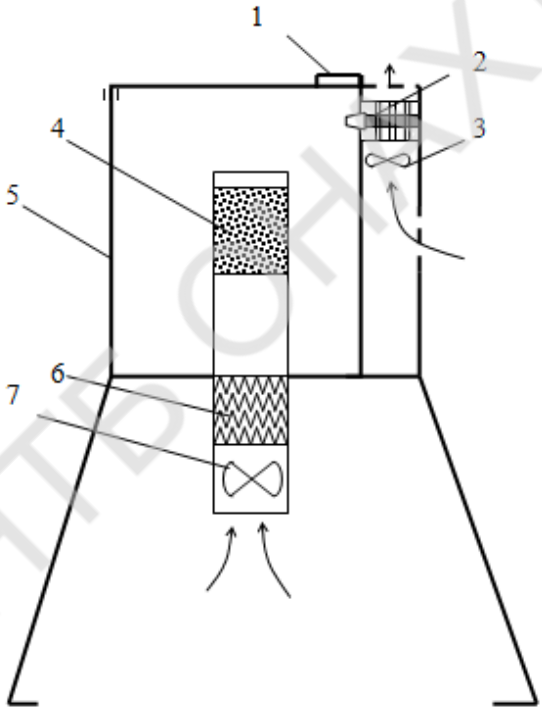


Рис. 1. Схема установки для исследования кинетики сушки зерновых материалов при микроволновом и конвективном нагреве:
1 – дверца, 2 – магнетрон, 3 – вентилятор системы охлаждении магнетрона, 4 – экспериментальная ячейка с материалом для исследований, 5 – рабочая камера, 6 – электронагреватель, 7 – вентилятор

НТБ ОНАХТ

Установка работает следующим образом. При исследовании микроволновой сушки зерно помещается в ячейку и размещается в микроволновой камере. Включается магнетрон 2 и по секундомеру отслеживается заданное время экспозиции. Затем магнетрон отключается, ячейка с зерном изымается и взвешивается на электронных весах. Измеряется температура в нескольких точках по толщине материала. В зависимости от методики, далее зерно может быть помещено в камеру для дальнейшей сушки либо заменено на новую порцию. При исследовании микроволново-конвективной сушки включется магнетрон и вентилятор 3, который продувает воздух через слой зерна. Для исследования микроволново-конвективной сушки нагретым воздухом совместно с вентилятором 7 работает нагреватель 6 с регулируемой мощностью, который обеспечивает нагрев воздуха до требуемой температуры. Во всех опытах начальное влагосодержание составляло 0,2 кг/кг, высота слоя 57мм, масса 100 г.

Методика исследований процессов сушки в плотном слое заключалась в следующем.

1) Пульсирующий и непрерывный микроволновой подвод энергии.

При пульсирующем режиме периоды микроволнового подвода чередуются с паузами. Изучается влияние длительности включения магнетрона τ_{MB} и пауз τ_n на закономерности изменения температур и влагосодержания материала, скорость сушки и удельные энергозатраты. Проводятся 3 серии опытов, различающихся длительностью микроволнового подвода. Каждая серия включает 4-5 опытов с разной длительностью пауз $\tau_n = var$ при $\tau_{MB} = idem$. Каждый опыт заканчивается паузой. Количество включений магнетрона и количество пауз во всех опытах одинаково: $n_{MB} = idem$, $n_n = idem$

В опытах измеряют мощность магнетрона, начальные и конечные массы ($m_0, m_к$) и температуры ($t_0, t_к$), продолжительность и количество включений магнетрона (τ_{MB}, n_{MB}) и пауз (τ_n, n_n). При обработке данных определяют следующие величины:

- убыль влаги

$$\Delta m = m_0 - m_к, \text{ кг} \tag{1}$$

- начальное и конечное влагосодержание материала

$$u_0 = \frac{m_0}{m_{сух}}, \; u_к = \frac{m_к}{m_{сух}}, \text{ кг/кг} \tag{2}$$

где $m_{сух}$ – масса абсолютно сухого материала,

- общую продолжительность процесса сушки

$$\tau_{\Sigma} = \tau_{MB} \cdot n_{MB} + \tau_{n} \cdot n_{n}, \text{ с} \tag{3}$$

- скорость сушки

$$N = \frac{u_0 - u_к}{\tau_{\Sigma}}, \text{ с}^{-1} \tag{4}$$

- суммарные энергозатраты

$$Q_{\Sigma} = N_c \cdot \tau_{MB} \cdot n_{MB} \tag{5}$$

- полезный тепловой поток, израсходованный на испарение влаги и нагрев материала:

$$Q_{пол} = \Delta m \cdot r + \frac{m_0 + m_к}{2} c_{вл.м}\left(t_к - t_0\right), \text{ Дж} \tag{6}$$

где $c_{вл.м}$ – теплоемкость влажного материала, Дж/(кгК)

- удельные энергозатраты

$$q_{уд} = \frac{Q_{\Sigma}}{\Delta m}, \text{ Дж/кг.вл} \tag{7}$$

- КПД установки, т.е соотношение полезных и суммарных энергозатрат, позволяющие оценить эффективность использования энергии:

$$\eta = \frac{Q_{пол}}{Q_{\Sigma}}, \tag{8}$$

При непрерывном микроволновом подводе проводят несколько опытов при $N_c = idem$, $\tau_{MB} = var$. В каждом опыте измеряют $m_0, m_к$, $t_0, t_к$, τ_{MB}. Обработку данных ведут по вышеприведенным формулам.

2) Циклический микроволново-конвективный подвод

При циклическом режиме периоды микроволнового подвода чередуются с периодами продувки воздухом, нагретым и ненагретым. Изучается влияние длительности продувки $\tau_к$, а также температуры воздуха, продувающего слой, на закономерности изменения температур и влагосодержаний материала, скорость сушки и удельные энергозатраты. При этом

НТБОНАХТ

длительность включения магнетрона τ_{MB} во всех опытах была одинаковой. Полученные исходные данные позволяют определить убыль влаги и среднюю температуру слоя, а также рассчитать влагосодержание, удельные затраты энергии после каждого из периодов. Каждый опыт заканчивается паузой. Количество включений магнетрона и количество пауз во всех опытах одинаково: $n_{MB} = idem$, $n_к = idem$

В опытах измеряют начальные и конечные массы ($m_0, m_к$) и температур ($t_0, t_к$) и продувки ($\tau_к$). При обработке данных определяют следующие величины:

- убыль влаги по формуле (1); начальное и конечное влагосодержание материала по формуле (2); общую продолжительность процесса сушки:

$$\tau_\Sigma = \tau_{MB} \cdot n_{MB} + \tau_к \cdot n_n, \text{ с} \qquad (9);$$

- скорость сушки по формуле (4); – суммарные энергозатраты:

$$Q_\Sigma = N_c \cdot \tau_{MB} \cdot n_{MB} + N_{вент} \cdot \tau_к \cdot n_к \qquad (10);$$

- полезный тепловой поток, израсходованный на испарение влаги и нагрев материала определяется по формуле (6); удельные энергозатраты определяются по формуле (7); КПД установки по формуле (8).

В опытах с продувкой нагретым воздухом расчет проводится по приведенной выше методике, однако суммарные энергозатраты учитывают также количество теплоты, которое было затрачено на нагрев воздуха:

$$Q_\Sigma = N_c \cdot \tau_{MB} \cdot n_{MB} + N_{вент} \cdot \tau_к \cdot n_к + G_в \cdot c_{рв} \cdot \left(t_в^к - t_{о.с.}\right) \cdot \tau_к, \text{ Дж} \qquad (11)$$

3) Одновременный микроволново-конвективный подвод.

Изучается влияние скорости и температуры воздуха, продуваемого через слой, а также времени процесса, на конечное влагосодержание материала и удельные энергозатраты. Методика расчета соответствует приведенной выше.

2 Результаты исследования сушки зерна в условиях действия МВ поля

Непрерывный МВ подвод приводит к быстрому разогреву материала и развитию недопустимо высоких температур, при испарении влаги происходит охлаждение материала. При микроволновом подводе испарение вследствие большого диффузионного сопротивления влагопереноса в зерновке проходит менее интенсивно, чем нагрев – удаление с испарив-

шейся влагой теплоты недостаточно ограничивает рост температуры. При пульсирующем МВ нагреве в период паузы влага испаряется, температура несколько снижается, поэтому можно вести процесс сушки в щадящем для зерна режиме. При этом режим пульсирующего МВ нагрева можно осуществить, периодически включая и выключая магнетрон при постоянной мощности. Эти результаты целесообразно сопоставить с циклическим МВ-конвективным режимом, когда в период паузы слой продувается.

2.1. Результаты экспериментальных исследований сушки при пульсирующем и непрерывном МВ подводе энергии

Расчет затрат энергии на единицу массы удаленной влаги проводился по формуле: $Q = N_c \cdot \tau_м / \Delta m$, где $\tau_м$ – полное время работы магнетрона, Δm – масса удаленной из зерна влаги, N_c – мощность магнетрона. Во всех опытах начальное влагосодержание зерна составляло 20%, масса образца – 100 г, толщина слоя – 57,5 мм, мощность магнетрона – 600 Вт. По результатам опытов массу испарившейся влаги можно примерно определить по длительности МВ воздействия. Практически независимо от длительности паузы, при 30 с – удаляется около 1,25 г, 60 с – около 5 г, 90 с. около 9,5 г.

Ниже представлены графики зависимости скорости сушки от длительности паузы для каждого из опытов, различающихся длительностью работы магнетрона (рис. 2). В соответствии с данными, скорость сушки практически не зависела от длительности пауз. Результаты показывают, что с увеличением длительности паузы отмечается падение скорости сушки, причем для опыта с длительностью МВ нагрева 30 с влияние длительности паузы более заметно, чем для опытов с длительностью МВ нагрева 10 с.

Наибольшая скорость сушки соответствует непрерывному МВ нагреву. По сравнению с непрерывным МВ подводом продолжительностью 30 с, при переходе к пульсирующему режиму наблюдается резкое снижение скорости сушки, после чего при увеличении длительности пауз падение скорости сушки становится незначительным. Уменьшение длительности МВ нагрева приводит к выравниванию скоростей сушки, независимо от длительности паузы, Увеличение длительности МВ нагрева приводит к росту скорости сушки при уменьшении длительности паузы. При МВ нагреве с длительностью однократного подвода энергии 10 с (суммарное время – 30 с) влаги удаляется меньше, чем при 20 с (суммарное время – 60 с) и 30 (суммарное время – 90 с), при этом отмечается нелинейная зависимость количества удаленной влаги от этой длительности – при увеличении длительности МВ воздействия в 2 раза, влаги удаляется в 4 раза больше, при увеличении в 3 раза – в 7,6 раз.

БГТУ

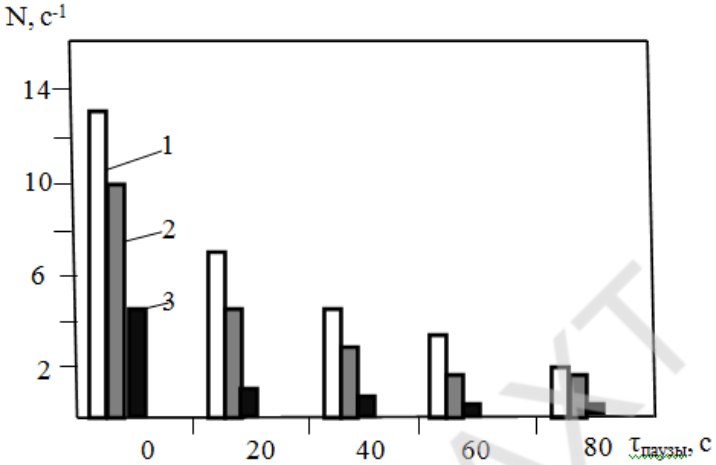


Рис. 2. Зависимость скорости сушки от длительности паузы при непрерывном и пульсирующем МВ подводе энергии:
1 –$\tau_{мв}$=30 с, 2 – $\tau_{мв}$=20 с, 3 – $\tau_{мв}$=10 с.

Эти значения существенно зависят от массы, что можно объяснить тем, что при $\tau_{MB} = 10$ с и массе 100 г сам процесс сушки только начинается, в основном энергия расходуется на нагрев материала; в периоде паузы (отлежки) происходит естественная сушка, но материал теряет столько теплоты, что во время следующего включения магнетрона большой процент энергии также расходуется на нагрев. При увеличении длительности МВ нагрева зерно успевает нагреться до такой температуры, что основная доля энергии идет на испарение влаги.

Увеличение длительности МВ импульса приводит к увеличению температуры материала, влагосъема, скорости сушки и снижению удельных затрат энергии. Особенно резкое изменение наблюдается при переходе от импульса в 10 с к импульсу 20 с., переход от 20 с к 30 с привел к менее значительным изменениям. Эти опыты подтверждают предыдущие эксперименты, когда также отмечался непропорциональный рост скорости сушки при переходе от 10 с к 20 и 30 с.

Получено, что увеличение продолжительности МВ воздействия приводит к увеличению скорости сушки в 1,6 раз, и снижению удельных затрат энергии – в 1,7 раза. Температуры слоя при этом различались незначительно (70,3 ^{o}C и 73,7 ^{o}C). Отличие наблюдалось в длительности опытов: 90 с – 3 включения магнетрона по 10 с, и 180 с – 6 включений

магнетрона по 10 с. Процесс сушки в первую очередь определяется температурой и длительностью выдержки материала при этой температуре. Также очень важно создать условия для удаления влаги из слоя. Результаты исследований показали, что при пульсирующей МВ сушке основное количество влаги удаляется в периоды подвода МВ энергии, а паузы позволяют предотвратить перегрев материала.

2.2 Результаты экспериментальных исследований сушки зерна при МВ-конвективном циклическом подводе энергии

Результаты расчетов, проведенных на основании экспериментальных исследований сушки зерна при МХ-конвективном циклическом подводе энергии, представлены на рис. 3 – при продувке воздухом с температурой окружающей среды, и рис. 4 – при продувке нагретым до 50°С воздухом.

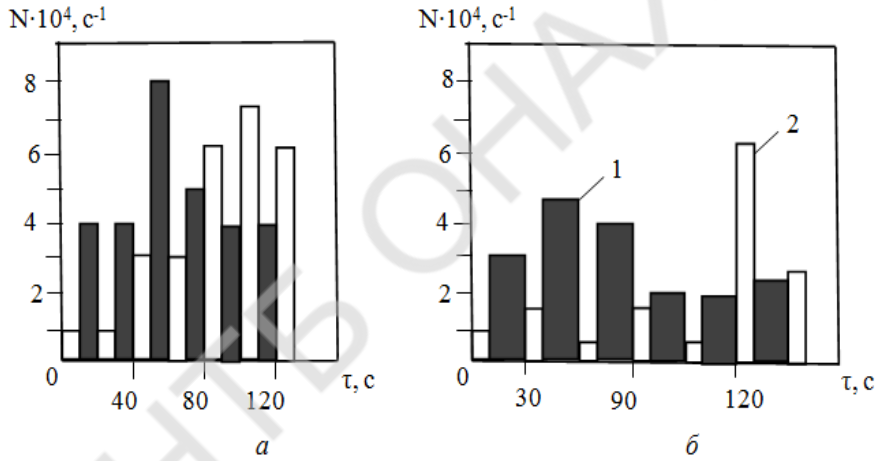


Рис. 3. Зависимость скорости сушки от продолжительности периода продувки воздухом без предварительного подогрева при циклическом режиме (овес): 1 – период продувки, 2 – период МХ нагрева. Продолжительность МХ нагрева – 10 с: а – продувка 10 с, б - продувка 20 с.

Результаты исследований показали, что при пульсирующей МВ сушке основное количество влаги удаляется в периоды подвода МВ энергии, а паузы позволяют предотвратить перегрев материала. Длительность периодов подвода МВ энергии должна быть такой, чтобы в их конце температура материала не превышала рекомендуемых технологами значений, а длительность пауз такой, чтобы температура снижалась не более, чем на

3-5 °С. Такой режим позволяет обеспечить высокую скорость сушки, умеренные энергозатраты и необходимое качество готовой продукции.

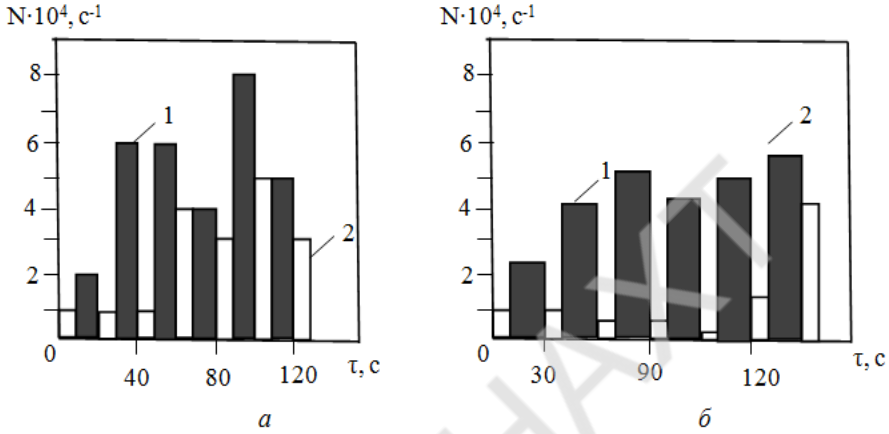


Рис. 4. Зависимость скорости сушки от продолжительности периода продувки нагретым воздухом при циклическом режиме сушки (овес): 1 – период продувки, 2 – период МВ нагрева. Продолжительность ГО нагрева – 10 с. а – продувка 10 с, б -продувка 20 с.

2.3 Результаты экспериментальных исследований сушки зерна при МВ-конвективном одновременном подводе энергии

При одновременном МВ-конвективном подводе исследовалось влияние длительности процесса, скорости продуваемого воздуха, температуры, мощности магнетрона на конечные температуру, влагосодержание и удельные затраты энергии. Материалом для исследования, как и в предыдущих опытах, был овес, масса засыпки – 100 г, начальное влагосодержание 20%.

Удельные затраты энергии при продувке нагретым воздухом температурой 50 °С увеличиваются (по сравнению с продувкой ненагретым воздухом) на 49 % и на 89 % – при температуре 70 °С. В сравнении с МВ сушкой без продувки, за 30 с влаги удалилось примерно в два раза больше, при этом температура воздуха практически не влияет.

Анализ результатов приводит к следующим заключениям о влиянии мощности магнетрона. С увеличением мощности магнетрона конечное влагосодержание падает, причем за 60 с влагосодержание при 600 Вт меньше влагосодержания при 450 Вт на 13%, а за 30 с – на 9,6%, что

говорит о том, что в первые 30 с большая (по сравнению с 60 с) доля микроволновой энергии пошла на нагрев материала. Это же явление отражается на графике для скорости сушки – ее изменение менее заметно за 30 с по сравнению с 60 с. Увеличение мощности магнетрона в 1,33 раза приводит к увеличению средней скорости сушки в 1,3 раза и увеличению удельных затрат энергии, которое резко снижается с ростом длительности сушки: с 20% при 30 с до 3% при 60 с. Поскольку конечное влагосодержание после 60 с соответствует норме при ведении сушки на производстве, можно заключить, что увеличение мощности магнетрона целесообразно.

Увеличение скорости воздуха в 1,86 раз увеличивает скорость сушки в 1,35 раз (за 30 с) и 1,1 раз (за 60 с), способствует снижению затрат энергии в 1,36 раз (за 30 с) и 1,07 раз (за 60 с). Принимая во внимание, что за 60 с энергия в большей мере расходуется на испарение влаги, а на нагрев затрачивается меньшая часть, можно заключить, что на затраты энергии увеличение скорости влияет слабо. Усредненные по трем повторам результаты экспериментов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Продувка с одновременным МВ-нагревом. Мощность магнетрона 600 Вт. Температура воздуха 19 °С. Скорость воздуха 1,3 м/с.

Длительность процесса, с	Масса образца в конце процесса, $m_к$, г	Убыль влаги Δm, г	Влагосо-держание в конце процесса, $u_к$, кг/кг	Средняя скорость сушки, N, с$^{-}$	Средняя температура материала в конце процесса, $\bar{t}$	Удельныес затраты энергии $q_{уэ}$, МДж/кг
30	98.3	1.7	0.1797	0,0006	69.27	11.54
60	93.98	6.02	0,12778	0,1211	89,1	6,04
70	92.74	7.26	0,1129	0,00135	94	5,82
80	91,92	8,09	0,103	0,00121	106,5	5,95
90	90,28	9,72	0,0832	0,00130	110,55	5,57

В табл. 2 приведены данные по сушке при режимах, обеспечивающих наиболее благоприятные характеристики процесса.

Таблица 2 – Характеристики процессов сушки при разных способах подвода энергии

Вид и режим подвода энергии	Скорость сушки, $с^{-1}$	Конечная температура, °С	Удельные затраты энергии, МДж/кг	Коэффициент использования энергии, $\frac{Q_{пол}}{Q_{затр}}$
МВ непрерывный $\tau_\Sigma = 30$ с, $N_c = 600$ Вт	$4{,}5 \cdot 10^{-4}$	81,7	15,79	0,906
МВ-пульсирующий $\tau_\Sigma = 120$ с, $\tau_{MB} = \tau_n = 20$, $n = 3$ $N_c = 600$ Вт.	$4{,}4 \cdot 10^{-4}$	80,3	8,13	0,613
МВ-конвективный, циклический $\tau_\Sigma = 130$ с, $\tau_{MB} = \tau_к = 10$ с, $\tau_{\Sigma к} = 60$ с, $\tau_{\Sigma MB} = 70$ с, $n = 6{,}5$, $t_в = 20$ °С, $w_в = 1$ м/с	$4{,}3 \cdot 10^{-4}$	80,5	9,07	0,56
МВ-конвективный, одновременный $\tau_\Sigma = 60$ с, $t_в = 19$ °С, $w_в = 0{,}9$ м/с	$12{,}7 \cdot 10^{-4}$	71	5,65	0,73

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы относительно целесообразности выбора способа сушки:

- оптимальным является одновременный МВ-конвективный способ подвода энергии, при котором достигаются максимальная скорость сушки, минимальные удельные затраты энергии и температура материала не превышает допустимую.

- непрерывный МВ подвод обеспечивает такую же скорость сушки, как и пульсирующий, но при более высоких удельных затратах.

- наиболее полно энергия используется при микроволновом и одновременном микроволново-конвективном подводе энергии.

Продувка через слой сушильного агента одновременно с объемным МВ нагревом интенсифицирует межкомпонентный тепло- и массообмен, ускоряет испарение влаги, перемещающейся в результате термодиффузии из объема зерен к их поверхности. В результате существенно (почти втрое) возрастает скорость сушки, снижается продолжительность процесса и удельные энергозатраты (примерно на 40 %). В таком случае услож-

БГТУ ОНАХТ

нение установки за счет системы транспорта и подогрева воздуха вполне оправдано.

Выводы

1. Увеличение времени подвода МВ энергии приводит к практически равному увеличению скорости сушки и снижению затрат энергии в 1,4 раза. Температуры слоя при этом были на одинаковом уровне.

2. С увеличением длительности паузы температура материала, скорость сушки и удельные затраты энергии уменьшаются

3. При циклической МВ-конвективной сушке средняя скорость сушки при продувке выше, чем при МВ нагреве. При этом увеличение длительности продувки приводит к уменьшению скорости сушки. Удельные затраты примерно равны.

4. Удельные затраты энергии при продувке нагретым воздухом температурой 50 ^{o}C увеличиваются (по сравнению с продувкой ненагретым воздухом) на 49 % и на 89 % – при температуре 70 ^{o}C. В сравнении с МВ сушкой без продувки, за 30 с влаги удалилось примерно в два раза больше, при этом температура воздуха практически не влияет.

5. Температура зерна ниже в циклических режимах, чем в пульсирующих, а затраты энергии на кг испаренной влаги меньше: так, МВ подводе эта величина составляла 16,07 МДж⁄кг, а при соответствующем циклическом режиме – 9,68 МДж⁄кг.

Литература

1. Рущиц, А. А. Применение СВЧ-нагрева в пищевой промышленности и общественном питании / А.А. Рущиц, Е.И. Щербакова // Вестн. ЮУрГУ. Серия "Пищевые и биотехнологии". – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 9-15.

2. Regier M., Mikrowellen- und Mikrowellen-Vakuumtrocknung von Lebensmitteln / M. Regier, K. Knörzer, U. Erle // Chemie Ingenieur Technik. – 2004. – Vol. 75. – P. 424-432.

3. Демьянчук, Б. А. Принципы и применения микроволнового нагрева / Б.А. Демьянчук. – О.: Черноморье, 2004. – 520 с.

4. Regier M., Mikrowellen- und Mikrowellen-Vakuumtrocknung von Lebensmitteln / M. Regier, K. Knörzer, U. Erle // Chemie Ingenieur Technik. – 2004. –Vol. 75. – P. 424-432.

5. Thostenson, E.T. Microwave processing: fundamentals and applications / E.T. Thostenson, T.W. Chou // Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 1999. – Vol. 30, № 9. – P. 1055-1071.

6. Feng, H. J. Combined microwave and spouted bed drying of diced apples: effect of drying conditions on drying kinetics and product temperature / H.J. Feng, P.R Tang // Drying Tech. – 1999. – №. 17(10). – P. 1981-1998.

7. Altan A. Microwave Assisted Drying of Short-Cut (Ditalini) Macaroni: Cooking Process and Textural Properties / A. Altan, M. Maskan // Food Science and Technology International. – 2004. – Vol. 10, № 3. – P. 187-196.

8. Chandrasekaran S. Microwave Material Processing. A Review / S. Chandrasekaran., S. Ramanathan., T. Basak // AIChE Journal, 2012. – Vol. 58 [2]. – P. 330–363.

9. Mandal, V. Microwave assisted extraction promising – an innovative and extraction tool for medicinal plant research / V. Mandal, Y. Mohan, S. Hemalatha // Pharmacognosy Revies, 2007. – Vol 1, Issue 1. – P. 7-18.

10. Календерьян, В. А. Тепломассоперенос в аппаратах с плотным дисперсным слоем / В.А. Календерьян, И.Л. Бошкова // Монография. - К., 2011. – 184 с.

11. Рущиц, А. А. Применение СВЧ-нагрева в пищевой промышленности и общественном питании / А.А. Рущиц, Е.И. Щербакова // Вестн. ЮУрГУ. Серия "Пищевые и биотехнологии". – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 9-15.

12. Rattanadecho, P.Microwave-Assisted Drying / P. Rattanadecho, N. Makul // A Review of the State-of-the-Art. – 2016. – V. 34,№1. – P. 1–38.

13. Mohammadi,B.Investigation of microwave application in agricultural production drying / B.Mohammadi, S.Busaleyki, R.Modarres, E.Yarionsorudi, M.Fojlaley, S.Andik // International Journal of Technical Research and Applications. – 2014. – V. 2, №1. – P. 69–72.

14. Dadali, G. Microwave heat treatment of spinach: drying kinetics and effective moisture diffusivity / G. Dadali, E. Demirhan, B. Özbek, O. Belma // Dry Technology. – 2007. – V. 25. – P. 1703–1712.

15. Brodie, G. Microwave and Radio-Frequency Technologies in Agriculture. An Introduction for Agriculturalists and Engineers / G. Brodie, M. V. Jacob, P. Farrell; edited by M. Golachowska.Warsaw-Berlin: Published by De Gruyter, 2015. – 396 p.

16. Feng,H.Microwave Drying of Food and Agricultural Materials: Basics and Heat and Mass Transfer Modeling / H.Feng, Y. Y. J. Tang // Food Engineering Reviews. – 2012. –V. 4,№2. P. 89–106.

17. Advances in Agricultural Science and Technology. Volume 1. Advances in Bioprocessing Engineering / Editors H. Yang, J. Tang. London: World Scientific, 2002. – 172 p.

ECOLOGICAL SAFETY OF FOOD PRODUCTS GROWN WITHIN THE URBOHEOSYSTEM

Author – Medvedeva Yu.
Supervisor – Nekos A.
V. N. Karazin Kharkiv National University

In the context of modern environmental studies, special attention needs to be paid to the analysis and evaluation of the pollution of plant products grown within the framework of urboheosystems. The urgency of the theme is due to the peculiarities of architectural planning of Ukrainian cities with widespread planting of fruit trees from the territories of private plots of residential complexes to industrial clusters. The country's population traditionally uses urban food products and processed products in its diet, neglecting the health risks associated with the accumulation of hazardous chemicals, in particular heavy metals, in fruits.

The purpose of the work is to determine the environmental safety of food products grown within the urboheosystem (for example, apple trees of the Nemyshliansky administrative district of Kharkiv).

In the course of the study samples of apple trees grown in different functional zones of the urboheosystem and the soil, as the habitat of their habitat, were selected. The analysis of samples of soil, apples and products of their processing on the content of heavy metals was carried out by atomic absorption spectrophotometry. The physical and chemical conditions of the soil cover, in particular pH, as a factor of mobility of heavy metals, are investigated. The estimation of the contamination of samples was carried out by comparing the established actual concentrations of heavy metals with their background and MPC. The risks of carcinogenic and non-carcinogenic effects from apple consumption by the population are calculated.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ХАРЧОВОЇ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИРОЩЕНОЇ У МЕЖАХ УРБОГЕОСИСТЕМИ

Автор – Медведєва Ю. В.
Керівник – Некос А.Н.
Харківський національний університ імені В. Н. Каразіна

Вступ

У контексті сучасних екологічних досліджень особливої уваги потребує аналіз і оцінка забруднення рослинної продукції, вирощеної у межах урбогеосистем. Актуальність теми обумовлена особливостями архітектурного планування українських міст з повсюдним насадження плодових дерев – від присадибних ділянок житлових комплексів до промислових кластерів. При цьому, плодові дерева виконують здебільшого не естетичну чи сануючу функції, як це поширене у країнах Заходу, а власне споживацьку. Населення країни традиційно використовує у своєму раціоні міську рослинну продукцію та продукти її переробки, нехтуючи ризиками для здоров'я, пов'язаними із акумуляцією у плодах забруднюючих речовин.

Передумовами для проведення досліджень є імплементація міжнародних угод, зокрема «Порядку денного на XXI століття» (1992 р.), «Орхуської конвенції» (1998 р.) у частині доступу громадськості до інформації про стан навколишнього середовища; а також реалізація ключових положень державної політики України: гарантування екологічно безпечного середовища, виявлення зон екологічного ризику, інформування населення щодо екологічних ризиків тощо.

Мета роботи – визначення екологічної безпеки харчової рослинної продукції, вирощеної у межах урбогеосистеми (на прикладі плодів яблунь Немишлянського адміністративного району м. Харкова).

Досягнення мети передбачає виконання наступних **завдань**:

- аналіз міжнародного і вітчизняного досвіду у сфері екологічної безпеки харчової рослинної продукції;
- відбір зразків плодів яблунь і ґрунту, як середовища їх місцезростання;
- лабораторний аналіз зразків плодів яблунь і продуктів їх переробки щодо вмісту важких металів; ґрунту – щодо вмісту важких металів і рівня pH, як визначального фактора поведінки важких металів у середовищі.
- оцінка канценрогеннии і неканцерогенних ризиків для населення від споживання плодів яблунь, вирощених у межах урбогеосистеми.
- **Об'єкт дослідження** – плоди яблунь та ґрунт, як середовище їх місцезростання.

Предмет дослідження – рівень забруднення важкими металами плодів яблунь та ґрунту у межах плодових насаджень урбогеосистеми.

Методи дослідження: польові і лабораторні, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, статистичні, аналітичний, порівняльно-географічний,

методи визначення канцерогенних і неканцерогенних ризиків для населення при споживанні харчової продукції.

Апробація результатів дослідження. Матеріали і результати дослідження були представлені на 5 міжнародних наукових конференціях. За темою роботи підготовлено 5 публікацій, у т. ч. 1 у виданні, що входить до Міжнародних наукометричних баз.

Практичне значення дослідження. Отримані результати можуть бути використанні при створенні інформаційно-аналітичних матеріалів стосовно екологічного стану міста Харкова та прийнятті відповідних управлінських рішень у частині екологічної безпеки; у рамках просвітницької роботи серед населення щодо безпечності споживання рослинної продукції, вирощеної у межах міської території; при ландшафтно-архітектурному плануванні міст.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із збільшенням видів і зразків рослинної продукції, територіального охоплення – планується провести дослідження в урбогеосистемах Лівобережної України, оцінкою популяційних ризиків, розробкою науково-методичних рекомендацій щодо оптимізації екологічного стану міських помологоценозів

Розділ 1. Теоретичні і методичні засади дослідження екологічної безпеки харчової рослинної продукції

1.1 Стан вивчення екологічної безпеки харчової рослинної продукції в Україні і світі

Дослідження екологічної безпеки харчової рослинної продукції мають міждисциплінарний характер і розвиваються як складові різних галузей науки: медицини, географії, екології, геоекології, ландшафтознавства тощо. Історія досліджень бере свої витоки із стародавніх часів. Перші причинно-наслідкові зв'язки між складом їжі та здоров'ям людини були описані у працях Гіпократа (460-337 рр. до н. е.), Галена (130-200 рр. н. е.), Авіцени (980-1033 н.е) [9].

Крім вчених, увагу до якості харчової продукції приділяли посадовці і ремісники стародавніх держав. Так, у Греції була створена система контролю за якістю алкогольних напоїв, зокрема винних виробів. У середні віки в Європі діяла низка законів щодо безпеки і якості м'ясо-молочної продукції, вина тощо. З 1897 року в Австро-Угорщині розробляється низка стандартів на продовольчі продукти, що отримала назву Codex Alimentarius Austriacus [1]. В XX ст. розроблено основні міжнародні і національні стандарти, що регламентують вимоги до якості харчової продукції і діють дотепер – ISO, ГОСТ, ДСТУ тощо.

Процесам сертифікації і стандартизації передували тривалі дослідження хімічного складу харчової продукції та умов його формування. У цьому контексті слід відзначити довідник Р. Макканса та Е. Уіддоусона [16], в якому подано інформацію про склад і харчову цінність більш ніж 1200 продуктів. Важливими є праці проф. В. С. Колодязної [6], яка описала вплив харчових добавок на організм людини, токсичну дію важких металів і нітратів, дослідила природні токсиканти і шляхи їх транслокації до рослин. Не можна не відзначити дослідження проф. А. Кабати-Пендіас [22] щодо транслокації елементів з ґрунтового розчину до рослини, впливу властивостей ґрунту на розподіл мікроелементів, використання фітоіндикації для оцінки забруднення ґрунту тощо.

Фундаментальними є дослідження В. В. Докучаєва у сфері класифікації і районуванні ґрунтів, зонального розподілу ґрунтів, засобів покращення землеробства, В. І. Вернадського [2] із біосфери як оболонки існування живої речовини, геохімічної енергії живої речовини, геохімічних циклів; Б.П. Полинова [12] щодо ролі ґрунту у формуванні ландшафту, динаміку ландшафту та його геохімічний розвиток, особливостей міграції хімічних елементів у різних природних умовах; А. І. Перельмана [11] з геохімії, встановлення закономірностей міграції хімічних елементів у довкіллі, процесах техногенезу, антропогенних факторах впливу на розподіл хімічних елементів.

Сучасні дослідження присвячені здебільшого питанням органічного землеробства, підходам до вирощування екологічно безпечної продукції [5, 21], ризикам вживання генетично-модифікованих організмів [18], забрудненню сільськогосподарської продукції при зрошуванні [25], накопиченню важких металів у продуктах переробки плодово-овочевої продукції [28, 18, 27]. Значна увага приділяється проблемі забруднення ґрунту, як середовища зростання харчової рослинної продукції. Поширеними є дослідження щодо небезпеки використання пестицидів [30, 26], акумуляції важких металів в промислових районах і на території сміттєзвалищ [29, 19].

Аналіз останніх публікацій свідчить про загальну пріоритетність досліджень забруднення рослинної продукції на території приватних чи колективних фермерських господарств. При цьому недостатня увага приділена проблемам формування хімічного складу рослинної продукції, вирощеної у межах міської території. Зокрема це стосується фруктової продукції – плодів яблунь, груші, сливи, вишні, абрикоси тощо. На багатьох присадибних ділянках багатоповерхових будинків України можна зустріти насадження кущів смородини, аґрусу і навіть полуниці. Ця про-

дукція традиційно входить до раціону значної частини населення. Але проростаючи у місцях найбільшого антропогенного впливу ніяк не перевіряється на предмет можливого перевищення гранично-допустимих концентрацій хімічних елементів і може становити потенційну небезпеку для здоров'я людей, що споживають її.

1.2 Методи і умови проведення досліджень

Для дослідження обрано Немишлянський адміністративний район міста Харкова, цікавий в екологічному відношенні як поєднання техногенного осередку із селітебною і рекреаційною територіями. Під час польового етапу відібрано 8 зразків яблук і 8 зразків ґрунту у різних функціональних зонах: на території приватного сектору – зразок № 1; школи – № 3; скверу – № 4; присадибних ділянок багатоповерхівок – № 5, 8; транспортної зони – № 2, 6; промислового кластеру – № 7 (додаток А).

Лабораторний етап дослідження проведено на базі навчально-дослідної лабораторії аналітичних екологічних досліджень Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Статистична і графічна обробка отриманих даних здійснювалась у програмному забезпеченні «Microsoft Office Excel».

Відбір зразків ґрунту проводився у місцях яблуневих насаджень методом конверту відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381-1:2004. Вміст рухомих форм важких металів (ВМ)[1] визначено за допомогою буферної амонійно-ацетатної витяжки з pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Рівень pH ґрунту встановлено за допомогою універсального іономіру І-160 МІ відповідно до вимог ДСТУ ISO 10390:2007.

Відбір зразків яблук проведено відповідно до вимог ДСТУ ISO 874-2002. Із сировини зразку № 8 виготовлено продукти переробки яблук: сік-фреш, компот, варення. Пробопідготовку проведено відповідно до ГОСТ 26929-94. З плодів вибрано неїстівну частину – насіння і плодоніжки. Сформовані зразки доведено до повітряно-сухого стану у сушильній шафі з терморегулятором. Визначення концентрації ВМ у зразках яблук і продуктах їх переробки проведено на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-115 ПК.

Важкі метали (ВМ) – група хімічних елементів з відносною атомною масою понад 40 [Ю. В. Алексєєв, 1987]. При надлишковому вмісті у середовищі та організмах поводять себе як токсиканти, здатні накопичуватись у рослинах і тваринах

Розділ 2. Результати дослідження забруднення грунту, рослинної продукції та продуктів її переробки

2.1 Особливості акумуляції важких металів у ґрунтовому покриві

Встановлені значення рухомих форм ВМ у зразках ґрунту (Додаток Б) порівняно з їх ГДК [4]: Cr – 6,0; Zn – 23,0; Cu – 3,0; Pb – 6,0; Cd – 0,7 (мг/кг). Коефіцієнт небезпечності елементів розраховано відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка [3] за формулою 2.1. Результати наведені у таблиці 2.1.

$$Кн = Сі / ГДК, \quad (2.1)$$

де *Кн – коефіцієнт небезпечності елементу у компоненті; Сі* – фактичний вміст речовини у компоненті (мг/кг); *ГДК* – гранично-допустима концентрація речовини у компоненті (мг/кг).

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти небезпечності ВМ у зразках ґрунту

№ зразка	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
1	0,004	0,184	0,242	0,006	0,272
2	0,003	0,142	0,003	0,027	0,212
3	0,004	0,155	0,011	0,007	0,384
4	0,001	0,041	0,002	0,019	0,223
5	0,000	0,326	0,001	0,008	0,130
6	0,002	0,213	0,005	0,002	0,197
7	0,001	0,011	0,000	0,003	0,037
8	0,004	0,138	0,004	0,019	0,237

Як видно з таблиці 2.1, в усіх зразках значення фактичних концентрацій ВМ не перевищують ГДК і з позиції санітарно-гігієнічних нормативів є безпечними для здоров'я людини. Проте ГДК єдині для усіх типів ґрунту і природних зон, тому вони не дають об'єктивну оцінку забруднення з екологічної точки зору. Враховуючи зазначене, проведено порівняльний аналіз фактичних концентрацій ВМ з їх фоновими значеннями. За фонові приймались середні значення вмісту рухомих форм ВМ у ґрунтах Харківської області (мг/кг):

Cr – 0,1; Zn – 0,95; Cu – 0,5; Cd – 0,05; Pb – 0,5 [15]. Відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка [3], сумарний показник забруднення ґрунту ВМ розраховано за формулою 2.2. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.2. Для наочного уявлення подаємо гістограми отриманих значень (рис. 2.1).

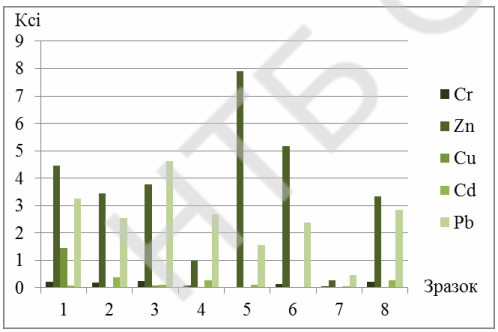
$$Zc = \Sigma Kci - (n - 1), \quad (2.2)$$

де *n* – число елементів з *Kci* більше 1*;*

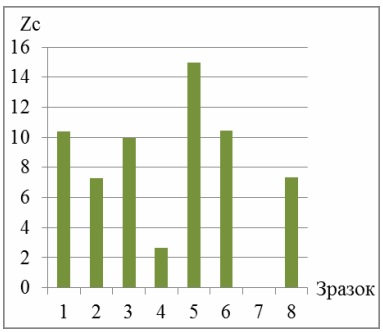
Kci – коефіцієнт концентрації хімічного елементу, що визначається співвідношенням між фактичним та фоновим вмістом речовини у компоненті (мг/кг).

Таблиця 2.2 – Сумарний показник забруднення ВМ зразків ґрунту

№ зразка ґрунту	Коефіцієнти концентрації ВМ у ґрунтах					Zc	Рівень небезпеки [14]
	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb		
1	0,21	4,462	1,454	0,088	3,258	7,17	допустимий
2	0,173	3,445	0,016	0,378	2,538	4,98	допустимий
3	0,253	3,758	0,065	0,099	4,608	10,94	допустимий
4	0,089	0,985	0,011	0,27	2,672	2,672	допустимий
5	0,006	7,894	0,003	0,112	1,562	8,46	допустимий
6	0,13	5,164	0,032	0,026	2,362	6,53	допустимий
7	0,043	0,261	0,000	0,036	0,448	–	–
8	0,214	3,333	0,021	0,268	2,838	5,17	допустимий



а



б

Рис. 2.1. Коефіцієнти концентрації ВМ (а) та сумарний показник забруднення ґрунту (б)

Перевищення фонових значень ВМ у більшості зразків спостерігається для Zn і Pb. У зразку № 1 зафіксовано перевищення фактичного вмісту Cu над його фоновим значенням у 1,45 раз. Найвищі значення коефіцієнтів концентрації характерні для Zn – від 0,26 до 7,89. Найбільш

забрудненими Zn є зразок № 5 – перевищення фону в 7,89 раз та зразок № 6 – у 5,16 раз. Найменші значення коефіцієнту концентрації Zn спостерігаються у зразку № 4 – 0,98 та зразку № 7 – 0,26. Найбільш забрудненими Pb є зразок № 3 – перевищення фону у 4,6 раз та зразок № 1 – у 3,26 раз. Найменші значення коефіцієнту концентрації Pb спостерігаються у зразку № 4 – 0,45.

Мінімальне значення сумарного показника забруднення ґрунту становить 2,67 – зразок № 4; максимальне 10,94 – зразок № 3. У зразку № 7 не спостерігається перевищень фонових значень для жодного з досліджуваних елементів, тому сумарний показник забруднення не розраховувався. Допустимим рівнем небезпеки для здоров'я населення вважається значення сумарного показника забруднення ґрунту від 0 до 16 [17]. Отже, всі зразки відповідають допустимому рівню забруднення.

Слід відзначити, що при дослідженні забруднення довкілля ВМ недостатньо провести лише аналіз вмісту хімічних елементів у певних компонентах середовища. Оскільки при зміні фізико-хімічних умов, суттєво змінюється міграційна здатність елементів та їх розподіл у середовищах. Одним з основних показників, що докорінним чином впливає на поведінку ВМ у ґрунті є кислотність. Рівень кислотності визначають за величиною водневого показника – pH, який відображає активність іонів водню у розчині. При зростанні кислотності рухливість більшості важких металів зростає. Наприклад, активність Cd у ґрунті безпосередньо залежить від ступеню кислотності. Найбільш рухомим Cd є при величині pH від 4,5 до 5,5. Підкислення ґрунту сприяє переходу Cd до ґрунтового розчину: за pH 6-8 у ґрунтовому розчині міститься 1-3 % металу від його валового вмісту у ґрунті, за pH 4-6 – до 10 %, а за pH 3-4 – до 70 % [9]. При цьому рухомість деяких важких металів навпаки підвищується із зростанням pH – наприклад, Mo і Cr.

Таким чином, значення рухомих форм ВМ у ґрунті в межах ГДК ще не засвідчує безпечність для довкілля і людини. Оскільки валовий вміст є значно вищим, при збільшенні рівня кислотності важкі метали можуть перейти до ґрунтового розчину з подальшою транслокацією до рослини.

Враховуючи наведене, нами проведено аналіз зразків ґрунту щодо рівня pH водного розчину, який характеризує актуальну кислотність та pH сольового розчину, який характеризує потенційно обмінну кислотність. Актуальна кислотність відображає міру активності іонів водню у ґрунтовому розчині; потенційна – кількість компонентів, які можуть у перспективі перейти з твердої фази до ґрунтового розчину. Саме актуальна кислотність впливає на рослини і мікрофауну ґрунтової товщі.

Методику проведення аналізу зразків ґрунту на рівень pH наведено у розділі 1, результати – у додатку Б та на рис. 2.2.

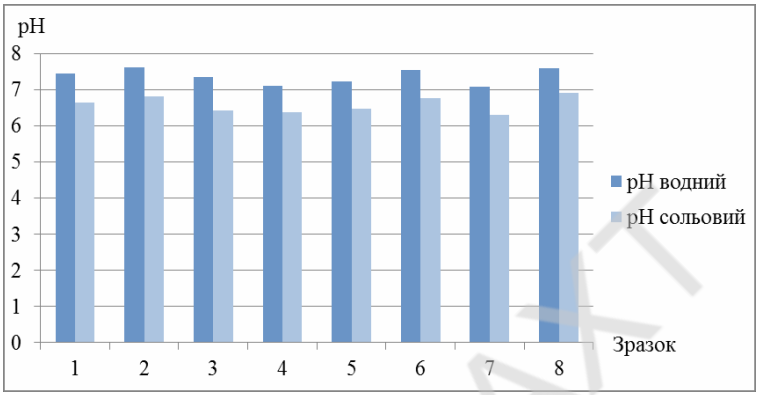


Рис. 2.2. Значення водного і сольового pH у зразках ґрунту

Аналіз гістограми на рис. 2.2 показав, що всі зразки ґрунту мають нейтральну реакцію середовища. Діапазон значень pH водного розчину варіюється від 7,1 у зразку № 7 до 7,62 у зразку № 2; pH сольового розчину – від 6,3 у зразку № 7 до 6,82 у зразку № 2. Таким чином, фізико-хімічна обстановка середовища не є сприятливою для зростання рухливості ВМ.

Особливості акумуляції важких металів у рослинній продукції

Встановлені значення ВМ у зразках яблук (Додаток Б) порівняно з їх ГДК [13]: Zn – 10,0; Cu – 5,0; Cd – 0,03; Pb – 0,4 (мг/кг); для Cr ГДК становить 0,1 мг/кг [8]. Коефіцієнт небезпечності елементів розраховано відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка [3] за формулою 2.1. Результати наведені у таблиці 2.3 та на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3 –Коефіцієнти небезпечності ВМ у зразках яблук

№ зразка	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
1	2,06	0,419	0,213	8,167	8,553
2	1,82	0,143	0,193	3,233	2,868
3	1,44	0,328	0,228	3,667	9,715
4	2,46	0,096	0,176	7	4,76
5	0,96	0,132	0,205	2,933	3,368
6	0,225	0,240	0,158	3,6	4,105
7	1,82	0,342	0,153	5,4	5,188
8	3,15	0,388	0,253	9,467	9,18

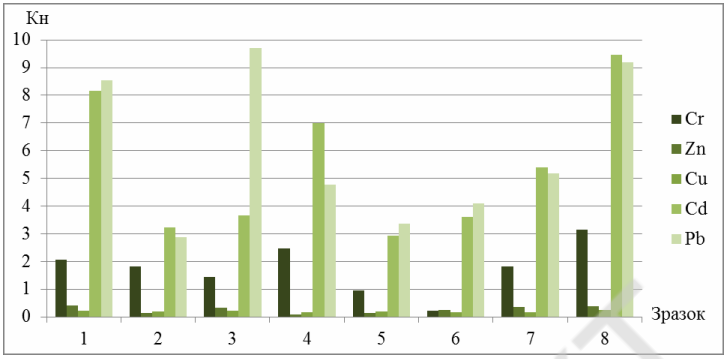


Рис. 2.3. Коефіцієнти небезпечності ВМ у зразках яблук

Аналіз отриманих даних показав, що перевищення ГДК у більшості зразків яблук спостерігається для елементів Cr, Cd, Pb. Найвищі значення коефіцієнтів небезпечності важких металів характерні для Pb – від 2,87 до 9,71. Найбільш забрудненими Pb є зразок № 3 – перевищення ГДК у 9,71 раз; зразок № 8 – у 9,18 раз; зразок № 1 – у 8,55 раз. Найменші значення коефіцієнту небезпечності Pb спостерігаються у зразку № 2 – 2,87. Найбільш забрудненими Cd є зразок № 8 – перевищення ГДК у 9,46 раз; зразок № 1 – у 8,17 раз. Найменші значення коефіцієнту небезпечності Cd спостерігаються у зразку № 5 – 2,93. Найбільш забрудненими Cr є зразок № 8 – перевищення ГДК у 3,15 раз; зразок № 4 – у 2,46 раз. Найменші значення коефіцієнту небезпечності Cd спостерігаються у зразку № 5 – 0,96.

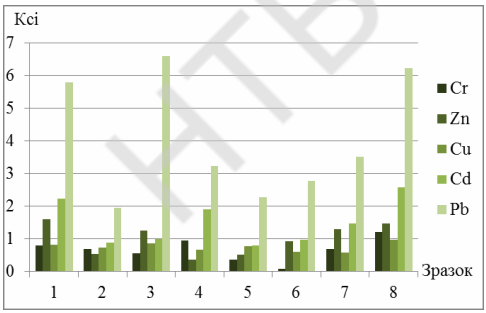
Отримані результати свідчать про небезпеку споживання даної рослинної продукції для здоров'я людини внаслідок значних перевищень ГДК за Cr, Cd, Pb. Високі значення вмісту Pb у компонентах середовища є типовим явищем для урбогеосистеми. Накопичення відбувається за рахунок атмосферних опадів над промисловою зоною і впливу транспортної мережі. Надземні частини рослин акумулюють свинцевий пил із забрудненого атмосферного повітря. Перевищення ГДК за Cd пояснюється впливом промислових металургійних і машинобудівних підприємств Немишлянського району і міста Харкова, міської ТЕС. Аномалії Cr у місті, як правило, пов'язані із роботою металургійних підприємств та забрудненням ґрунту комунальними стоками. Перевищення ГДК за Cd, Pb та Cr у зразках селітебної зони, імовірно, пов'язані із транслокацією ВМ із засміченого побутовими і промисловими відходами ґрунту. Відзначимо, що на території сміттєзвалищ світу концентрація ВМ у ґрунті перевищує ГДК у сотні разів.

Додатково проведено порівняльний аналіз фактичних концентрацій ВМ у зразках яблук з їх фоновими. За фонові приймались середні значення вмісту ВМ у яблуках Харківського регіону (мг/кг): Cr – 0,26; Zn – 2,62; Cu – 1,31; Cd – 0,11; Pb – 0,59 [9]. Коефіцієнти концентрації ВМ і сумарний показник забруднення розраховані відповідно до методики проф. В. М. Гуцуляка за формулою 2.2. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.4 та на рис. 2.3.

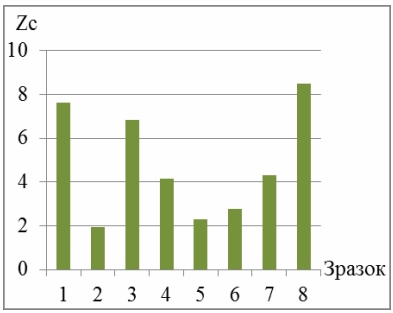
Результати дослідження показали, що перевищення фонових значень у більшості зразків яблук спостерігається для Pb і Cd. Найвищі значення Kci характерні для Pb – від 1,94 до 6,22; Cd – від 0,8 до 2,58; Zn – від 0,37 до 1,6.

Таблиця 2.4 – Сумарний показник забруднення зразків яблук

№ зразка	Коефіцієнти концентрації важких металів в яблуках					Zc
	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb	
1	0,792	1,6	0,815	2,227	5,798	7,63
2	0,7	0,546	0,737	0,882	1,944	1,94
3	0,554	1,252	0,872	1	6,586	6,84
4	0,946	0,368	0,673	1,909	3,227	4,14
5	0,369	0,505	0,782	0,8	2,283	2,28
6	0,087	0,918	0,602	0,982	2,783	2,78
7	0,7	1,304	0,585	1,473	3,517	4,29
8	1,212	1,481	0,965	2,582	6,224	8,50



а



б

Рис. 2.3. Коефіцієнти концентрації ВМ (а) і сумарний показник забруднення яблук (б)

Мінімальне значення сумарного показника забруднення зразків яблук становить 1,94 – зразок № 2; максимальне 8,5 – зразок № 8. Допустимим рівнем небезпеки для здоров'я населення вважається значення сумарного

показника забруднення ґрунту від 0 до 16 [17]. Отже, всі зразки відповідають допустимому рівню забруднення.

Співставляючи результати оцінки безпеки зразків яблук за критеріями санітарно-гігієнічних нормативів і методикою проф. В. М. Гуцуляка, зауважимо на їх антагоністичному характері. Так, порівняння фактичних концентрацій ВМ у зразках з їх ГДК засвідчило небезпечність споживання рослинної продукції. Порівняння із фоновими , навпаки, вказало на допустимий рівень забруднення.

Суперечність отриманих даних можна пояснити вразливою ланкою методики проф. В. М. Гуцуляка при оцінці рослинної продукції. Зазвичай фонові значення встановлюються у рекреаційних зонах, об'єктах ПЗФ – територіях, які характеризуються відносною відсутністю техногенного впливу. В таких зонах рідко можна знайти плодові чи тим паче овочеві насадження. Тому встановлення фонових значень ВМ [9] відбувалось за зразками рослинної продукції, вирощеної на ділянках приватного сектору населених пунктів Харківської області. А отже, мав місце антропогенний фактор – внесення мінеральних добрив, вплив промислових підприємств тощо.

Враховуюче наведене, автор для цілей оцінки безпеки рослинної продукції вважає більш достовірним порівняння фактичних концентрацій ВМ у зразках яблук з їх ГДК відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів.

2.2 Особливості акумуляції важких металів у продуктах переробки рослинної продукції

При дослідженні екологічної безпеки харчової рослинної продукції важливо аналізувати хімічний склад не тільки сирої продукції, а й різних видів її обробки. Оскільки при впливі температури, солоності, кислотності чи при взаємодії із різними домішками вміст і поведінка хімічних елементів у кінцевому продукті можуть суттєво змінитись. Враховуючи наведене, із зразків яблук з дослідницької ділянки № 8 виготовлено сік-фреш, компот і варення. Технологічні особливості приготування наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технологічні особливості приготування продуктів переробки зразків яблук

№	Продукт	Інгредієнти	Засіб приготування
1	Сік-фреш	немає	Прямий віджим
2	Компот	1 кг. очищених яблук, 1 л. води.	Термічна обробка – 10 хв. кипіння
3	Варення	1 кг очищених яблук, 1 кг цукру, 200 мл. води	Термічна обробка – 30 хв. кипіння

Встановлені значення вмісту ВМ порівняно з їх ГДК [13]: Zn – 10,0; Cu – 5,0; Cd – 0,03, Pb – 0,4 (мг/кг), для Cr ГДК не встановлені. Результати вмісту ВМ у долях ГДК наведені у таблиці 2.6 та на рис. 2.4.

Таблиця 2.6 – Вміст ВМ у продуктах переробки яблук (у долях ГДК)

№ зразка	Продукт переробки	Zn	Cu	Cd	Pb
1	Сік-фреш	0,146	0,169	4,5	5,83
2	Компот	0,133	0,066	3,133	3,863
3	Яблука з компоту	0,203	0,143	3,7	4,3
4	Варення	0,111	0,186	7,233	5,403

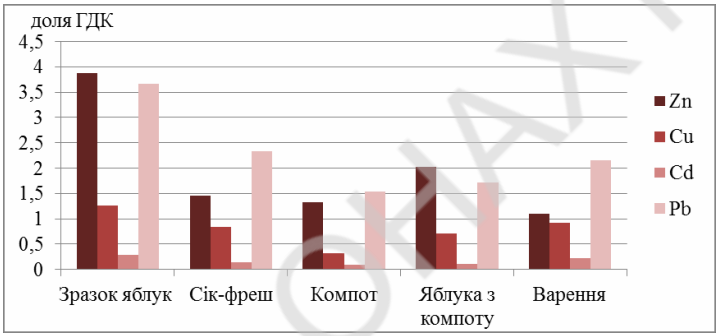


Рис. 2.4. Вміст ВМ у зразку яблук і продуктах його переробки

Результати аналізу показали, що у продуктах переробки яблук наявна тенденція до зменшення вмісту ВМ у порівнянні із сировиною. Найбільші перевищення ГДК характерні для Cd – від 3,13 (компот) до 7,23 (варення); Pb – від 3,86 (компот) до 5,83 (сік-фреш). Зниження вмісту ВМ пояснюється тим, що для приготування компоту до сировини було додано воду у пропорції 1:1, для приготування варення – цукор у порції 1:1 і воду у пропорції 1:5. Тобто, відбулось розбавлення розчину. Крім того, частина ВМ розподілилась між твердою і рідкою фазами компоту – яблуками і рідиною. Зниження вмісту ВМ у соку-фреш, імовірно, пов'язано з розподілом між соком і макухою.

Попри зниження вмісту ВМ у продуктах переробки, фактичні концентрації Cd і Pb суттєво перевищують ГДК. Отже, така продукція становить потенційну небезпеку для споживання людиною.

2.1 Оцінка канцерогенного і неканцерогенного ризиків від споживання рослинної продукції

НТБОНАХТ

З метою детальнішого аналізу небезпеки споживання досліджуваної рослинної продукції проведено оцінку канцерогенного і неканцерогенного індивідуального ризиків. Індивідуальний неканцерогенний ризик відповідно до методико [10] за формулами 2.3, 2.4; канцерогенний – відповідно до методики [14] за формулами 2.5, 2.6.

При оцінці ризиків використано медіанне значення та 90-й процентиль вмісту ВМ у 8-ми зразках яблук (додаток Б). Оцінка неканцерогенного ризику проводилась для населення різних вагових категорій – від 20 (діти) до 80 кг (дорослі); канцерогенного – лише для середньої ваги у 70 кг відповідно до методики [14], яка передбачає для канцерогенів розрахунок пожиттєвого ризику з періодом експозиції у 70 років. Оцінку ризиків проведено для різної кількості споживання – від 10 до 50 кг яблук на рік або сезон (близько 120 днів для м. Харкова). Результати розрахунків наведено у таблицях 2.7 та 2.8

$$\text{Exp} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(Ci \cdot Mi)}{BW}\text{, де} \qquad (2.3)$$

$Exp_{med/90\%}$ – значення експозиції контамінантом, мг/кг маси тіла/добу або тиждень; Ci – вміст контамінанта в і-му продукті, мг/кг;

Mi – споживання і-го продукту, кг/добу або тиждень тощо; BW – маса тіла людини, кг (стандартне значення – 70 кг);

N – загальна кількість продуктів, включених у дослідження.

$$\text{HQ}_{\text{med/90\%}} = \frac{Exp_{med}}{\text{ДДД}} \text{ та } \frac{Exp_{med}}{\text{УПТН}}\text{, де} \qquad (2.4)$$

$HQ_{med/90\%}$ – коефіцієнт небезпеки виникнення неканцерогенних ефектів; ДДД – допустима добова доза, мг/кг маси тіла/добу;

УПТН – умовно переносне тижневе надходження, мг/кг маси тіла/тиждень

$$\text{LADD} = \frac{C \cdot CR \cdot ED \cdot EF}{BW \cdot AT \cdot 365}\text{, де} \qquad (2.5)$$

LADD – середня добова доза або надходження (мг/(кг · день)); C – концентрація речовини у забрудненому середовищі, мг/кг; CR – швидкість надходження до організму, кг/день;

ED – тривалість впливу, років (стандартне значення – 70 років); EF – частота впливу, днів/рік;

BW – маса тіла людини, кг (стандартне значення – 70 кг);

AT – період усереднення експозиції (для канцерогенів – 70 років).

$CR = LADD \cdot SF$, де (2.6)

CR – індивідуальний канцерогенний ризик протягом життя; SF – фактор канцерогенного потенціалу (мг/(кг · доба))$^{(-1)}$.

Таблиця 2.7 – Оцінка індивідуального неканцерогенного ризику від споживання яблук

Вага людини (кг)	Σ HQ[1]	Кількість та період споживання яблук на 1 людину (кг/діб) [2]									
		10 кг		20 кг		30 кг		40 кг		50 кг	
		365	120	365	120	365	120	365	120	365	120
20	Expm	0,995	2,88	1,989	5,76	2,984	8,641	3,979	11,521	4,974	14,401
	Exp90	1,844	5,335	3,687	10,669	5,531	16,004	7,375	21,338	9,219	26,673
30	Expm	0,663	1,92	1,326	3,84	1,989	5,76	2,653	7,681	3,316	9,601
	Exp90	1,229	3,556	2,458	7,113	3,687	10,669	4,917	14,225	6,146	17,782
40	Expm	0,497	1,44	0,995	2,88	1,492	4,32	1,989	5,76	2,487	7,201
	Exp90	0,922	2,667	1,844	5,335	2,766	8,002	3,687	10,669	4,609	13,336
50	Expm	0,398	1,152	0,796	2,304	1,194	3,456	1,592	4,608	1,989	5,76
	Exp90	0,737	2,134	1,475	4,268	2,212	6,401	2,95	8,535	3,687	10,669
60	Expm	0,332	0,96	0,663	1,92	0,995	2,88	1,326	3,84	1,658	4,8
	Exp90	0,615	1,778	1,229	3,556	1,844	5,335	2,458	7,113	3,073	8,891
70	Expm	0,284	0,823	0,568	1,646	0,853	2,469	1,137	3,292	1,421	4,115
	Exp90	0,527	1,524	1,054	3,048	1,58	4,572	2,107	6,097	2,634	7,621
80	Expm	0,249	0,72	0,497	1,44	0,746	2,16	0,995	2,88	1,243	3,6
	Exp90	0,461	1,334	0,922	2,667	1,383	4,001	1,844	5,335	2,305	6,668
Оцінка рівня індивідуального неканцерогенного ризику [10]											
	Допустимий вплив				Необхідно посилення контролю				Недопустимий вплив		

1. Expm – коефіцієнт небезпеки для медіанного значення вмісту ВМ у зразках яблук; Exp90 – коефіцієнт небезпеки для 90-го процентиля значення вмісту ВМ у зразках яблук.

2. Річна норма споживання яблук для дитини – 30 кг [за даними Мінсоцполітики, 2017], для дорослого – 50 кг [7].

Таблиця 2.8 – Оцінка індивідуального канцерогенного ризику від споживання яблук

Хімічний елемент	CR	Кількість та період споживання яблук на 1 людину (кг/діб)									
		10 кг		20 кг		30 кг		40 кг		50 кг	
		365	120	365	120	365	120	365	120	365	120
Cr	Expm	$2 \cdot 10^{-3}$	$6{,}4 \cdot 10^{-3}$	$4{,}2 \cdot 10^{-3}$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	$6{,}3 \cdot 10^{-3}$	$1{,}9 \cdot 10^{-2}$	$8{,}4 \cdot 10^{-3}$	$2{,}5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3{,}2 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$3{,}1 \cdot 10^{-2}$	$9{,}3 \cdot 10^{-2}$	$6{,}1 \cdot 10^{-2}$	$1{,}9 \cdot 10^{-1}$	$9{,}2 \cdot 10^{-2}$	$2{,}8 \cdot 10^{-1}$	$1{,}2 \cdot 10^{-1}$	$3{,}7 \cdot 10^{-1}$	$1{,}5 \cdot 10^{-1}$	$4{,}7 \cdot 10^{-1}$
Cd	Expm	$1{,}4 \cdot 10^{-3}$	$4{,}3 \cdot 10^{-3}$	$2{,}8 \cdot 10^{-3}$	$8{,}6 \cdot 10^{-3}$	$4{,}2 \cdot 10^{-3}$	$1{,}3 \cdot 10^{-2}$	$5{,}7 \cdot 10^{-3}$	$1{,}7 \cdot 10^{-2}$	$7{,}1 \cdot 10^{-3}$	$2{,}2 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$2{,}7 \cdot 10^{-3}$	$8{,}1 \cdot 19^{-3}$	$5{,}3 \cdot 10^{-3}$	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$2{,}4 \cdot 10^{-2}$	1·10-2	$3{,}3 \cdot 10^{-2}$	$1{,}3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$
Pb	Expm	$2{,}6 \cdot 10^{-3}$	$7{,}8 \cdot 10^{-3}$	$5{,}1 \cdot 10^{-3}$	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$	$7{,}7 \cdot 10^{-3}$	$2{,}3 \cdot 10^{-2}$	1·10-2	$3{,}1 \cdot 10^{-2}$	$1{,}3 \cdot 10^{-2}$	$3{,}9 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$4{,}8 \cdot 10^{-3}$	$1{,}5 \cdot 10^{-2}$	$9{,}6 \cdot 10^{-3}$	$2{,}9 \cdot 10^{-2}$	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$	$4{,}4 \cdot 10^{-2}$	$1{,}9 \cdot 10^{-2}$	$5{,}9 \cdot 10^{-2}$	$2{,}4 \cdot 10^{-2}$	$7{,}3 \cdot 10^{-2}$
Σ CR	Expm	$6{,}1 \cdot 10^{-3}$	$1{,}8 \cdot 10^{-3}$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	$9{,}7 \cdot 10^{-2}$	$1{,}8 \cdot 10^{-2}$	$5{,}5 \cdot 10^{-2}$	$2{,}4 \cdot 10^{-2}$	$7{,}4 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$9{,}2 \cdot 10^{-2}$
	Exp90	$3{,}8 \cdot 10^{-3}$	$1{,}2 \cdot 10^{-1}$	$7{,}6 \cdot 10^{-2}$	$2{,}3 \cdot 10^{-1}$	$1{,}1 \cdot 10^{-1}$	$3{,}5 \cdot 10^{-1}$	$1{,}5 \cdot 10^{-1}$	$4{,}6 \cdot 10^{-1}$	$1{,}9 \cdot 10^{-1}$	$5{,}8 \cdot 10^{-1}$
Оцінка рівня індивідуального канцерогенного ризику [14]											
	Прийнятний для проф. контингентів і неприйнятний для населення						Неприйнятний для проф. контингентів і населення				

Проведення оцінки екологічних ризиків підтвердило результати попередніх досліджень щодо небезпечності споживання яблук, вирощених у межах урбогеосистеми. Безпечним, з огляду на можливість виникнення неканцерогенних ефектів, можна вважати споживання лише 10 кг яблук на рік при вазі людини від 40 кг – діти від 13-ти років та дорослі; що еквівалентно 1/6 частині середнього яблука за рік або його половині при споживанні лише у період сезону. При цьому, навіть ця кількість рослинної продукції є небезпечною при її пожиттєвому споживанні з періодом експозиції у 70 років внаслідок неприйнятного для населення ризику розвитку раку.

Відзначимо, що до неканцерогенних ефектів досліджуваних ВМ (Cr, Zn, Cu, Pb, Cd) відносять [9, 24, 27,]: зміну морфологічного складу крові, анемію, серцево-судинні захворювання, нефротоксичний синдром, остеопороз, пригнічення імунітету та метаболізму кальцію, захворювання очей, руйнування тканин печінки, нирок і мозку тощо.

Враховуючи отримані результати, доцільними є розробка і проведення просвітницьких заходів серед населення, поширення листівок та інформації у ЗМІ щодо небезпеки споживання міської рослинної продукції.

Висновки

1. В усіх зразках ґрунту значення фактичних концентрацій ВМ не перевищують ГДК. Проте у більшості зразків спостерігається перевищення фонових концентрацій ВМ за Zn – від 3,3 до 7,89 раз; Pb – від 1,56 до 4,6. Мінімальне значення сумарного показника забруднення ґрунту становить 2,67 – зразок № 4; максимальне 10,94 – зразок № 3. Всі зразки ґрунту відповідають допустимому рівню забруднення.

2. Всі зразки ґрунту мають нейтральну реакцію середовища. Діапазон значень pH водного розчину варіюється від 7,1 до 7,62; pH сольового розчину – від 6,3 до 6,82. Таким чином, фізико-хімічна обстановка середовища не є сприятливою для зростання рухливості ВМ.

3. Перевищення ГДК у більшості зразків яблук спостерігається для таких елементів: Cr – від 1,44 до 3,15; Cd – від 2,93 до 9,47; Pb – від 2,87 до 9,71. Перевищення фонових значень у більшості зразків яблук спостерігається для Pb – від 1,94 до 6,22; Cd – від 0,8 до 2,58; Zn – від 0,37 до 1,6. Мінімальне значення сумарного показника забруднення зразків яблук становить 1,94 – зразок № 2; максимальне 8,5 – зразок № 8. З позиції санітарно-гігієнічних нормативів споживання продукції є небезпечним для здоров'я людини; згідно методики В. М. Гуцуляка зразки відповідають допустимому забрудненню.

4. У продуктах переробки яблук наявна тенденція до зменшення вмісту ВМ у порівнянні із сировиною. Перевищення ГДК характерні для Cd – від 3,13 (компот) до 7,23 (варення); Pb – від 3,86 (компот) до 5,83 (сік-фреш).

5. Оцінка рівня індивідуальних канцерогенних ефектів від споживання яблук, вирощених у межах урбогеосистеми характеризується як неприйнятна для населення; неканцерогенних – для дорослого населення недопустима при споживанні від 20 кг/люд і більше у сезон та 40 кг/люд і більше за рік. Враховуючи отримані результати, доцільними є розробка і проведення просвітницьких заходів серед населення, поширення листівок та інформації у ЗМІ щодо небезпеки споживання міської рослинної продукції.

Список використаних джерел

1. Аянбаев Е. С. Режим пестицидов в современном международном праве : дисс. доктора философии (PhD) : 6D030200 / Е. С. Аянбаев – Алматы, 2017. – 198 с.

2. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М.: Айрис-пресс, 2012. – 576 с.

3. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів / В. М. Гуцуляк, Н. В. Максименко, Т. В. Дудар. – Х . : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 284 с.

4. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041–06. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве. – М.: Минздрав России, 2006. – 68 с.

5. Дудар Т. Г. Розвиток органічного агоровиробництва як основа забезпечення якості і безпечності сільськогосподарської продукції в / Т. Г. Дудар, О. Т. Дудар // Науковий вісник Мукачівського державного університету. Сер. : Економіка. – 2014. – Вип. 1. – С. 11-15.

6. Колодязная В. С. Пищевая химия: Учебное пособие / В. С. Колодязная. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 140 с.

7. Костюк Л. А. Динаміка світового виробництва плодів і ягід / Л. А. Костюк // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки. – 2012. – Вип. 3, № 69. – С. 106-111.

8. Лесникова В. А. Нормирование и управление качеством окружающей среды: учебное пособие / В. А. Лесникова. – Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 173 с.

9. Некос А. Н. Трофогеографія: теорія і практика : монографія / А. Н. Некос,. Ю. В. Холін. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 296 с.

10. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.

11. Перельман А. И. Геохимия / А. И. Перельман. – М. : Высшая школа, 1989. – 598 с.

12. Полынов Б. Б. Избранные труды / Б. Б. Полынов. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.

13. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах: СанПиН 42-123-4089-86. – М.: Минздрав СССР, 1986. – 15 с.

14. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

15. Самохвалова В. Л. Еколого-геохімічна оцінка фонового рівня вмісту різних форм мікроелементів грунту / В. Л. Самохвалова, А. І. Фатєєв, Є. В. Лучникова // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол., 2011. – Вип. 55. – С. 125-133.

16. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина. – СПб.: Профессия, 2006. – 416 с.

17. Челноков А. А. Экология городской среды: учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, Е. Е. Григорьева [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 368 с.

18. Bawa A. S. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns – a review / A. S. Bawa, K. R. Anilakumar // Journal of Food Science and Technology. – 2013. – Vol. 50, № 6. – P. 1035–1046.

19. Chabukdhara M. Heavy metals assessment in urban soil around industrial clusters in Ghaziabad, India: Probabilistic health risk approach / M. Chabukdhara, A. K. Nema // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2013. – Vol. 87. – P. 57-64.

20. Dehelean A. Analysis and Detection of Heavy Metals Present in Fruit Juices of Lahore / A. Dehelean, D. A. Magdas // The Scientific World Journal. – 2013. – Vol. 6., № 4. – P. 3536-3539.

21. Henneron L. Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life / [L. Henneron, L. Bernard at all] // Agronomy for Sustainable Development. – 2015. – Vol. 35, № 1. – P. 169–181.

22. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. Fourth Edition / A. Kabata-Pendias. – Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. – 548 p.

23. Li N. Concentration and transportation of heavy metals in vegetables and risk assessment of human exposure to bioaccessible heavy metals in soil near a waste-incinerator site, South China / [N. Li, Y. Kang, W. Pan at all] // Science of The Total Environment. – 2015. – Vol. 521-522. – P. 144-151.

24. Martin S. Human Health Effects of Heavy Metals / S. Martin, W. Griswold // Environmental Science and Technology Briefs for Citizens. – 2009. – № 15. – P. 1-6.

25. Pandey B. Accumulation and health risk of heavy metals in sugarcane irrigated with industrial effluent in some rural areas of Uttarakhand, India / A. Pandey, S. Suthar, V. Singh // Process Safety and Environmental Protection. – 2016. – Vol. 102. – P. 655-666.

26. Riah W. Effects of pesticides on soil enzymes: a review / [W. Riah, K. Laval, E. Laroche-Ajzenberg at all] // Environmental Chemistry Letters. – 2014. – Vol. 12, № 2. – P. 257-273.

27. Uriu-Adams J. Y. Copper, oxidative stress, and human health / J. Y. Uriu-Adams, C. L. Keen // Molecular Aspects of Medicine. – 2005. – Vol. 26, № 4-5. – P. 268-298.

28. Wang Z. Factors Affecting the Levels of Heavy Metals in Juices Processed with Filter Aids / Z. Wang, L. S. Jackson, J. E. Jablonski // Journal of Food Protection. – 2017. – Vol. 80, № 6. – P. 892-902.

29. Wu Q. Heavy metal contamination of soil and water in the vicinity of an abandoned e-waste recycling site: Implications for dissemination of heavy metals /

Q. Wu, J. Y.S. Leung, X. Geng // Science of The Total Environment. – 2015. – Vol. 506-507. – P. 217-225.

30. Yadava I. C. Current status of persistent organic pesticides residues in air, water, and soil, and their possible effect on neighboring countries: A comprehensive review of India / I. C. Yadava, N. L. Devib, J. H. Syed // Science of The Total Environment. – 2015. – Vol. 511. – P. 123-137.

НТБ ОНАХТ

OBTAINING OF Cu_2ZnSnS_4 THIN FILMS AS AN ACTIVE LAYER OF SOLAR CELL

Author – Musharovskyi O.
Supervisor – Hilchuk A.
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The subject of the work is the production of Cu2ZnSnS4 films obtained by the self-propagating high-temperature synthesis method for use in the active layer of solar cells.

The object of the study is films Cu2ZnSnS4 synthesized by the method of high-temperature synthesis, self-propagating.

The subject of the study is the structure and elemental composition of the Cu2ZnSnS4 films obtained by the SHS method. The aim of the work is to obtain Cu2ZnSnS4 films by self-propagating high-temperature synthesis and to study their structure in the context of further use in solar energy. The study of morphology was carried out by scanning electron microscopy, elemental composition – rettenospectral microanalysis with energy dispersion, studying the structure of the combination scattering of light samples. The tasks of the work are: an overview of the methods for obtaining thin films for solar cells; synthesis of films Cu2ZnSnS4; study of their elemental composition and crystalline structure.

As a result of the study, the following results were obtained:

1. Synthetic and annealed thin film CZTS at temperatures of 300 °C and 800 °C.

2. Research of morphology, elemental composition and combination the light scattering of the samples showed that the material, annealed at 300 ° C, has a cesterite structure, at 800 ° C it decomposes into separate phases of sulfur and ZnS.

ОДЕРЖАННЯ ПЛІВОК Cu_2ZnSnS_4 В ЯКОСТІ АКТИВНОГО ШАРУ СОНЯЧНОГО ЕЛЕМЕНТУ

Автор – Мушаровський О. О.
Керівник – Гільчук А. В.
НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вступ

Cu_2ZnSnS_4 (CZTS) в останні роки привернув до себе велику увагу як поширений, дешевий і нетоксичний матеріал, з властивостями, необхідними для застосування в тонкоплівковій фотовольтаїці (надалі PV).

Відносно низькі потреби в кількості активного матеріалу дозволять значно знизити витрати на виробництво сонячних елементів (СЕ). Крім того, гнучкість способів конструювання приладу і його виробництва, в зв'язку з широким вибором різних підложок (жорстких, гнучких і т.д.) і методів осадження для шарів плівки, дозволяють розробляти та оптимізувати набір сонячних елементів так, щоб отримати кращі характеристики пристрою. Тонкоплівкові сонячні елементи, відтак, виявляються перспективною технологією для отримання високоефективних пристроїв з низькими затратами.

Тонкоплівкові сонячні елементи, що беруть за основу халькогеніди, такі як $Cu(In,Ga)(S,Se)_2$, (CIGS) і CdTe, продемонстрували значне поліпшення ефективності впродовж останніх 30 років і на даний час досягли масового виробництва. У 2014 сонячні батареї на основі CIGS досягли ККД 20,9% (близького до рекордної ефективності об'ємних кристалічних кремнієвих сонячних елементів, 25% [1]), і, насьогодні, модулі великої площі з ефективністю приблизно 13-14% виробляються в промислових масштабах. Незважаючи на активний розвиток і дослідження СЕ на основі халькогенідів, ці технології мають недоліки: використання токсичних (Cd) і рідкісних елементів (In, Ga і Ti), критична нестача запасів котрих може бути одним з головних обмежень для розробки і впровадження цих технологій в наступні роки [2].

Розвиток нових ефективних, екологічних і недорогих матеріалів, як можливої альтернативи з'єднанням CIGS, є одним із можливих варіантів виконання вимог масового виробництва СЕ у тераватних масштабах, запланованих на 2020-2040 рр.[2]. Одним з можливих замінників є Cu_2ZnSnS_4, який досить просто інтегрується в пристрої, сконструйовані для CIGS.

Кристалічна структура та поліморфізм CZTS

Сполуки Cu_2ZnSnS_4 можуть існувати у формі двох основних кристалічних модифікацій, відомих як кестерит та станніт. Обидві являються третрагональними структурами, складені з закритих кубічних масивів аніонів сульфуру, з катіонами, що займають половину порожнин тетраедра, з упакуванням, схожим до цинкової обманки. Структурні відмінності між ними полягають у різному порядку катіонних шарів: для кесте-

риту, з кристалографічною групою $I\bar{4}$, характерне чергування катіонних шарів CuSn, CuZn, CuSn, CuZn на z=0, 1/4, 1/2 та 3/4 відповідно, тоді як у структурі станніту, з симетрією $I\bar{4}2m$, шари ZnS чергуються з шарами Cu_2. Іони Sn та S займають однакові позиції в решіткі в обох структурах. Тетрагональні будови кестериту та станніту показані на Рис. 1. Константи решітки a і c однакові для обох утворень: для кестериту $a \approx 5.46$ Å та $c \approx 10.93$ Å.

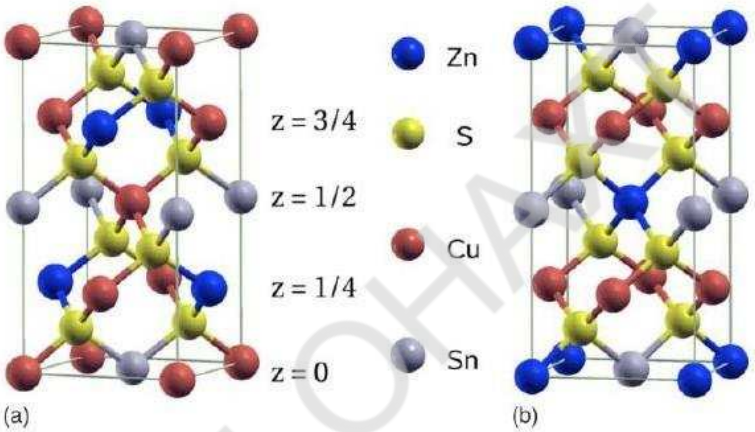


Рис. 1. Схематичне зображення кристалічних структур кестериту(a) та станніту(b) [3]

Ab-initio розрахунки передбачують, що стабільною структурою для Cu_2ZnSnS_4 є кестерит, однак і інші поліморфні модифікації з дещо більшою повною енергією були розглянуті в літературі. Найбільш важливим з них є станніт, з різницею енергії відносно кестериту лише в декілька меВ на атом (значення між 1.3 та 3.4 меВ/атом можна знайти в [4]). Також були передбачені додаткові тетрагональні структурні модифікації [4, 5]. Ці модифікації відносяться до груп $P\bar{4}2c$, $P\bar{4}21c$ та $P2$ та одержуються заміною двох іонів в підрешітці катіонів. Ширина забороненої зони та енергії утворення сруктур CZTS показані в Таблиці 1. Загальний надлишок енергії (ΔE) структур симетрії $P\bar{4}2c$ та $I\bar{4}2m$, на відміну від стабільного стану кестериту ($I\bar{4}$), набагато менше від kT при кімнатній температурі, тож можливе співіснування цих модифікацій було відмічене в літературі [5].

Таблиця 1 – Ширина забороненої зони (*Eg*) та різниця енергії формування в (Δ*E*) порівнянні з стабільним станом кестериту

Симетрія	$I\bar{4}$	$P\bar{4}2c$	$I\bar{4}2m$	$P2$	$P\bar{4}21c$
Eg (еВ)	1.49	1.46	1.29	1.07	1.20
Δ*E* (меВ/атом)	0	0.75	3.37	17	24.4
Структура	Kest.	Mod.	Stann.	Mod.	Mod.

Ці теоретичні результати були частково підтверджені даними нейтронної дифракції [6], яка показує невпорядкований розподіл атомів Zn та Cu у зразках CZTS.

Власні дефекти і електронні властивості CZTS

У четвертинних сполуках, яким являється CZTS, можливі декілька власних точкових дефектів, в тому числі вакансії (V_{Cu}, V_{Zn}, V_{Sn} і V_S), антивузлові дефекти (Cu_{Zn}, Zn_{Cu}, Cu_{Sn}, Sn_{Cu}, Zn_{Sn} і Sn_{Zn}), і міжвузлові (Cu_i , Zn_i, і Sn_i). Ці дефекти можуть ввести поверхневі або глибокі рівні всередині забороненої зони, можуть проявляти поведінку донора або акцептора, виступати в якості пастки або центру рекомбінації, тим самим впливаючи на оптоелектронні властивості матеріалу.

CZTS проявляє спонтанну провідність p-типу. Така поведінка пов’язується з наявністю власних акцепторних дефектів з низькою енергією формування.

Теоретичні розрахунки утворення дефектів в CZTS з'єднаннях активно проводяться з 2010 р. [7, 8]. Значення рівнів іонізації власних дефектів всередині забороненої зони Cu_2ZnSnS_4 передбачається Ченом і ін. [4], і наведені на рис. 2.

Згідно з цими роботами, вакансії міді проявляються в неглибокому акцепторному рівні трохи вище валентної зони, в той час як антивузловий Cu_{Zn} додає рівень на 0,12 еВ вище. Розрахунки [7, 8] показують, що в CZTS домінуючим дефектом є антивузловий Cu_{Zn}, що має найнижчу енергію формування. Негативне значення спостерігається в [8], тоді як розрахунки, представлені в [7] передбачають, що енергія утворення Cu_{Zn} стає негативною для рівня Фермі вище, ніж 0,12 еВ. Обидві роботи розкривають механізм самокомпенсації, який передбачує можливість легування n-типу та інверсії типу CZTS на p-n гетеропереходах.

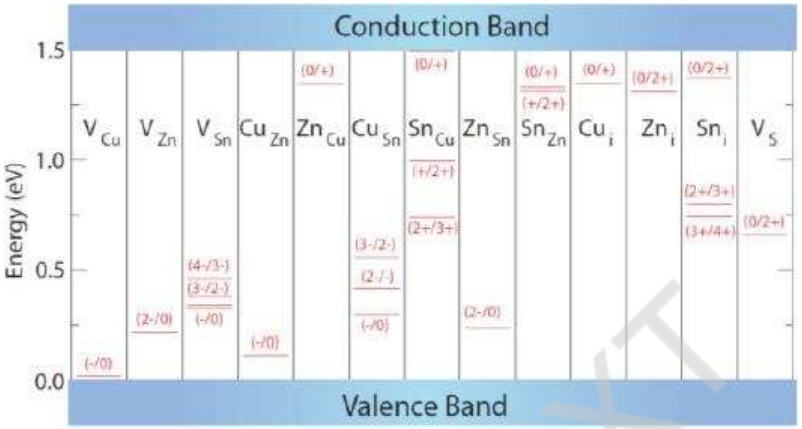


Рис. 2. Рівні іонізації власних дефектів CZTS [3]

Окрім антивузлових Cu_{Zn}, передбачені чотири інші важливі дефекти, що демонструють відносно низьку енергію формування для бідних на мідь структур CZTS (які зазвичай використовуються у СЕ). Ці дефекти, в порядку зростання енергії формування: V_{Cu}, Zn_{Sn}, V_{Zn} та Cu_{Sn}.

Власні дефекти грають важливу роль з точки зору ефективності напівпровідника в якості шару поглинання. Глибокі рівні дійсно шкідливі для фотоелектричних характеристик, оскільки вони являють собою пастки або центри рекомбінації для фотоіндукованих електронно-діркових пар.

Розрахунки, наведені в роботі [7], передбачають антивузловий Cu_{Sn}^{3-} як глибокорівневий акцепторний дефект, з енергією, близькою до середини забороненої зони і з низькою енергією формування. Тому цей дефект, як очікується, буде найактивнішим центром рекомбінації в CZTS. Однак ті ж розрахунки показують, що можливе утворення комплексів дефектів з компенсацією заряду, таких як [Cu_{Sn} + Sn_{Cu}], які деактивують глибокі рівні в CZTS [7]. Подальші розрахунки [9] також передбачують кластерний дефект [Cu_{Zn} + Sn_{Zn}] як шкідливий для фотоелектричних характеристик, з порівняно низькою енергією формування і глибоким донорним рівнем. Згідно з цими прогнозами, бідним на мідь та багатим на цинк сполукам варто надавати перевагу, щоб звести до мінімуму формацію цих шкідливих дефектів. Крім комплексів дефектів, згаданих вище, було також передбачено утворення й інших. Серед них з найнижчими енергіями формування (для бідних на мідь сполук) є [V_{Cu}^{-} + Zn^{+}], [Zn^{2-} + $2Zn^{+}$] [7] і [2Cu+ Sn] [9].

Теоретичні результати, представлені в літературі і коротко описані тут, роблять важливий внесок у розуміння електронних властивостей CZTS та їх зв'язок з власними дефектами матеріалу. Проте, необхідні подальші дослідження, щоб зрозуміти природу різних дефектів, які можуть виникнути в результаті відхилень від стехіометрії сполуки і нерівноважних умов, характерних для реальних процесіввиготовлення, для того, щоб контролювати шкідливі дефекти і поліпшити якість матеріалу поглинаючого шару.

Методи отримання тонкоплівкового CZTS

Для отримання плівок CZTS і їх нанесення на підкладку використовуються різні фізичні вакуумні і хімічні безвакуумні методи.

- Тонкоплівковий CZTS зі складених випарованих прекурсорів (stacked evaporated precursors)

У даному методі CZTS отримують шляхом сульфуризації складених випарованих прекурсорів, осаджених електронно-променевим випаровуванням. Цей метод був відмічений в літературі як вдалий спосіб вирощення високоякісних тонких плівок CZTS, який дозволяє виробляти пристрої з ККД більше ніж 5% [10].

Тонкоплівковий CZTS вирощують у дві стадії. Першим кроком є вакуумне осадження методом електронно-променевого випаровування складених прекурсорів, утворених кількома шарами ZnS, Cu і Sn. Цей крок супроводжується термічною обробкою прекурсорів в атмосфері сірки (сульфуризація), необхідної для перетворення в первинному стеку в тонку плівку CZTS. Вапняно-натрієве скло (SLG) і покрите молібденом SLG використовують в якості підкладок, таким чином, обидві є ізольованими плівками (на діелектрику і прозорій підкладці) і можуть служити в якості поглинаючих шарів в сонячних елементах. Підкладки витримують при 150° С протягом процесу випаровування, щоб забезпечити першу інтердифузію металів у первинному стеку.

- Тонкоплівковий CZTS зі спільнорозпилених прекурсорів

Спільне осадження прекурсорів виявилося досить перспективним методом з точки зору контролю стехіометрії, і в даний час цей спосіб синтезу дає найкращірезультати з точки зору ефективності пристрою [11, 12]. Рівномірне включення Cu, Zn, Sn і S, через коротку необхідну довжину дифузії, забезпечує швидке і однорідне утворення фази CZTS під час відпалу прекурсору, тим самим зменшуючи ймовірність утворення вторинних фаз і втрати олова [13]. Цей підхід використовувався кількома групами, і різні способи (наприклад, спільним випаровуванням [11],

спільним напиленням [12], реактивним напиленням [14], гібридним розпиленням [15]) було випробувано для осадження прекурсору. Осадження розпиленням CZTS з однієї четвертинної мішені було протестовано деякими групами вчених [13, 16], але ця процедура має недоліки, пов'язані з управлінням стехіометрією, так як, зазвичай, існують суттєві композиційні відмінності між мішенню і напиленою плівкою [13]. Осадження спільним напилюванням з трьох різних джерел є кращим методом для контролю стехіометрії кінцевого матеріалу, так як потужність напилення, що подається на кожну мішень, можна регулювати окремо. Цей підхід був вперше досліджений групою вчених [17], що використовували елементні Cu, ZnS і SnS з'єднання в якості джерел розпилення, і пізніше інші роботи були опубліковані на основі аналогічних процесів росту [12, 18].

- Хімічний спрей-піроліз

Для цілого ряду застосувань (перш за все в геліоенергетиці та термоелектриці) потрібні плівки сполук CZTS на підкладках великої площі, в тому числі гнучкі. Це досягається використанням хімічного методу спрей-піролізу, який має низку переваг перед іншими відомими методами отримання багатокомпонентних сполук:

- він не вимагає наявності вакууму та високоякісних мішеней, процес розпилення проводиться у звичайній атмосфері;
- метод може бути використаний для нанесення плівкових покриттів на підкладки великої площі з різного матеріалу (скла, полімерних матеріалів, кераміки, тощо) в діапазоні помірних температур (373-773 К), тобто є енергоощадним;
- гнучкість у виборі початкових параметрів нанесення дозволяє контролювати швидкість нанесення та товщину плівок, їх стехіометрію та рівень легування.

Аналіз літературних джерел показує, що плівки сполуки CZTS, одержані методом спрей-піролізу, як правило, є аморфними, або містять значну кількість вторинних фаз, їх елементний склад складно контролювати [19]. Крім того, спостерігається «забруднення» плівок атомами кисню та прекурсорів, що призводить до утворення різноманітних вторинних фаз в шарах. Це чинить негативний вплив на основні функціональні властивості структур пристрою на основі напівпровідникового матеріалу. Необхідність відпалу свіжосконденсованих плівок при високих температурах для видалення небажаних вторинних фаз, що утворюються в плівах, веде до додаткових енергетичних та часових затрат, а також складності контролю стехіометрії плівок.

- CBC

Високотемпературний синтез, що самопоширюється був розроблений на основі поширення хвилі безкисневого горіння і дозволяє отримувати тугоплавкі, термостійкі та надтверді матеріали з порошків та їх компонентів [20, 21].

Характерною особливістю реакцій горіння є практично відсутнє виділення газу та утворення повністю сконденсованих продуктів. Чистота отриманих матеріалів визначається чистотою вхідних компонент. Крім того, під час синтезу досягаються високі температури, що сприяє додатковому очищенню матеріалу в процесі [22].

При СВС за хвилею горіння протікають вторинні постпроцеси (догорання, фазоутворення та структуроутворення), що визначають характеристики кінцевого продукту та не стосуються горіння.

Технологія заснована на спалювані вихідних сумішей реагентів (шихт) у спеціальних реакторах ємністю від 1 до декількох десятків літрів у середовищі інертного або реагуючого газу, а також у вакуумі або на повітрі. Продукти горіння отримуються у вигляді порошку, спікання або злитка з подальшою механічною або хіміко-термічною переробкою, розсівом і т.д.

Метод СВС впливає на формування синтезованого матеріалу, оскільки реакція протікає при високих тепературах, що дає можливість вивчення кінетики хімічної взаємодії та дослідження високотемпературних фазових переходів [20, 22]. Для одержання матеріалу з потрібними параметрами необхідний контроль умов синтезу, таких як температура ініціації, тиск тощо.

Синтез та дослідження структури плівок CZTS

В нашому випадку при отриманні зразків методом СВС для отримання стехіометричних сполук із співвідношенням компонент (2:1:1:4) потрібно враховувати інтенсивне випаровування сірки з поверхні при високотемпературному відпалі. Можливо, додатково потрібно проводити відпал в атмосфері сірки, тобто сульфуризацію. Відомо, що при відпалі металів в атмосфері сірки, цинк першим забирає всю сірку до насичення відповідно до електрохімічного ряду активності металів. Але, при використанні сульфідів відповідних металів під час синтезу чотирьохкомпонентних сполук стандартні окисно-відновлювальні потенціали для подвійних сполук є наступними [23]:

Таблиця 2 – Стандартні окисно-відновлювальні потенціали

Електродний процес	E, В
$CuS + 2e^- = Cu + S^{2-}$	-0,76
$SnS + 2e^- = Sn + S^{2-}$	-0,87
$Cu_2S + 2e^- = 2Cu + S^{2-}$	-0,89
$ZnS + 2e^- = Zn + S^{2-}$	-1,405

З табл. 3.1 видно, що перший метал, який буде відновлюватися до атомарного стану це мідь. Тому, спостереження в синтезованих зразках фаз CuS та Cu_2S є найбільш ймовірним. Дійсно, це підтверджується результатами досліджень подібних структур методом раманівської спектроскопії та рентгенівської дифрактометрії (XRD) в багатьох роботах [24, 25]. З іншого боку фази CuS та Cu_2S є менш стабільними в порівнянні з ZnS. Дійсно, як видно з табл. 3.2, стандартна молярна ентальпія їхнього утворення є мінімальною по абсолютній величині для ряду подвійних сполук [26].

Таблиця 3 – Стандартна молярна ентальпія утворення

Сульфіди	ΔH^o, кДж/моль
CuS	-53,1
Cu_2S	-53,1
SnS_2	-82,4
SnS	-110,2
ZnS	-205,4

Стандартна молярна ентальпія утворення будь-якої речовини є мірою його стійкості. Чим більше по абсолютній величині значення ентальпії утворення

сполуки, тим вона стійкіша. Тому, якщо в процесі синтезу CZTS сформувалися такі сполуки як ZnS, CuS, Cu_2S, то перша сполука буде значно стабільніша за дві останні, що знову ж таки необхідно враховувати при синтезі та подальших технологічних обробках зразків.

Морфологія тонкї плівки CZTS досліджувалася методом скануючої електронної мікроскопії на установці РЭМ-106И. Дослідження проводились в режимі зворотньо-розсіяних електронів з прискорюючою напругою 20 кеВ.

Елементний склад вивчався методом рентгенівського мікроаналізу з дисперсією по енергіям.

Вимірювання спектрів проводилося на спектрометрі ДФС-52 із вдосконаленою мікрораманівською приставкою і ПЗС детектором для регістрації спектрів. Для збудження раманівських спектрів використовувалося випромінювання твердотільного лазеру з довжиною хвилі 457 нм і потужністю 30 мВт.

Синтез порошку CZTS та дослідження його структури, морфології та елементного складу

Порошки Cu_2ZnSnS_4 синтезували методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється. Компоненти шихти брали в стехіометричному співвідношенні 2:1:1:4. Синтез зразків проводився в атмосфері азоту. Далі порошок розмішували в спирті та наносили на скло, покрите оксидом індія олова (ITO). Для того, щоб скріпити матеріал, порошок на підкладці відпалюють при певній температурі.

В рамках даної роботи було синтезовано й відпалено два зразки Cu_2ZnSnS_4 при 300 °C та 800 °C протягом 1,5 годин. При цьому під час відпалу частинки порошка за рахунок дифузії як спікаються між собою, так і вплавляються в скляну підкладку. Зображення СЕМ одержаного матеріалу показано на рис. 3.

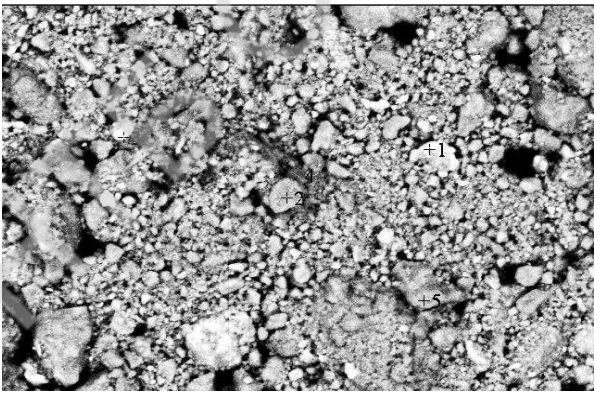


Рис. 3. Електронно-мікроскопічне зображення Cu2ZnSnS4

В точках 1-5 зі знімку був досліджений елементний склад матеріалу методом рентгеноспектрального аналізу з дисперсією за енергіями. Відсоткове відношення елементів у матеріалі наведено в таблиці 4. Аналізуючи результати вимірювання локального елементного складу можна зробити наступний висновок. Світлим областям відповідають фази сильно

збагачені оловом. В той же час присутні області за елементним складом близькі до ZnS.

Таблиця 4 – Локальний та інтегральний елементний склад плівки Cu2ZnSnS4

Спектр	S, ат.%	Cu, ат.%	Zn, ат.%	Sn, ат.%
Загальний	49,5	6,8	38,4	5,3
1	17,3	0,6	10,9	71,1
2	57,7	0,6	40,9	0,6
3	12,9	2,4	8,9	75,8
4	28,1	6,8	59,0	6,1
5	49,9	5,3	39,3	5,4

В таблиці 5 наведено елементний склад початкової шихти Cu_2ZnSnS_4 – суміші елеметних порошків, з яких був проведений синтез. Необхідно приймати до уваги, що дослідження локального елементного складу суміші порошків методом рентгеноспектрального аналізу містять в собі досить значну похибкою, оскільки даний метод для точного аналізу потребує плоскої поверхні зразку та гомогенного складу матеріалу.

Таблиця 5 – Елементний склад вихідної шихти Cu2ZnSnS4

Елемент	S	Cu	Zn	Sn
Атом. %	68,9	19,9	3,1	7,4

Для того, щоб впевнитися, яку саме структуру має матеріал, було вивчено комбінаційне розсіювання світла на зразках. Спектри розсіювання наведено на рис. 4 а) та рис. 4 б) для плівок, відпалених при 300 °С та 800 °С відповідно.

З рис. 4 а) видно, що частотне положення найбільш інтенсивної смуги з частотою 335 $см^{-1}$ відповідає коливання А-моди структури кестеріту. Смуга з частотою 285 $см^{-1}$, яка також відноситься до коливань А-моди CZTS на спектрі спостерігається менш виражено. Поряд зі структурою кестериту у зразку також сформовані вторинні фази, такі як SnS з частотою смуги 212 $см^{-1}$ та смуга з частотою 469 $см^{-1}$, що відповідає фазі $Cu_{2-x}S$.

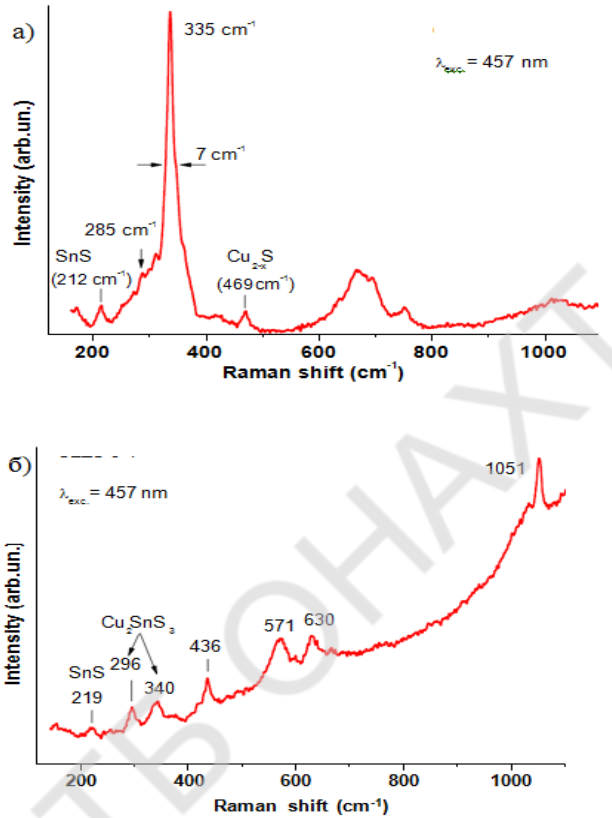


Рис. 4. Спектри комбінаційного розсіювання порошку CZTS, відпаленого при температурі а) 300 °С б) 800 °С

Незважаючи на присутність у синтезованому порошку вторинних фаз варто відзначити, що на спектрах є повторення (другий і третій порядок) коливань А-моди кестеріту в області 600-700 см$^{-1}$ та 1000-1050 см$^{-1}$, відповідно, спостереження яких на раманівських спектрах відображає якість сформованої фази CZTS. Вузька напівширина (всього 7 см$^{-1}$) А- моди з частотою 335 см$^{-1}$, також підтверджує якісної сформованої фази CZTS.

З рис. 4 б) можна побачити, що порошок CZTS, відпалений при 800 °С розпався на окремі фази Sn та ZnS.

Перспективи дослідження

Було розглянуто структуру, властивості і методи одержання матеріалів на основі Cu_2ZnSnS_4. Одержано плівки Cu_2ZnSnS_4 методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється. Електронномікроскопічні дослідження і локальні дослідження елементного складу показують наявність сильного розшарування плівки за фазовим складом. Виявлені фази сильно збагачені оловом, а також фази за елементним складом близькі до ZnS.

Дослідження комбінаційного розсіювання зразків показує, що відпалу при 300 °C достатньо для формування структури кестериту. Одночасно, відпал при 800 °C призводить до розпадання кестериту на окремі фази.

Плівки CZTS, отримані методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється, мають пористу структуру. Для їх використання в якості активного шару у сонячних елементах, плівку потрібно просочити органічним провідником p-типу задля заповнення пор та покращення фотоелектричних характеристик. У поєднанні з підкладкою – склом ITO – плівка CZTS формує p- n гетероперехід. Для визначення ефективності плівок CZTS в якості активного шару сонячних елементів необхідне подальше дослідження фотоелектричних характеристик матеріалу.

Висновки

1. Зроблений огляд щодо сучасного стану досліджень у напрямку методів синтезу тонких плівок Cu_2ZnSnS_4 та їх властивостей.

2. Виявлено необхідність у пошуку нових ефективних методик одержання тонки плівок Cu_2ZnSnS_4.

3. Вперше одержано тонкі плівки Cu_2ZnSnS_4 методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється та відпалено на підкладці ITO при різних температурах.

4. Досліджено морфологію, локальний та інтегральний елементний склад і кристалічну структуру тонких плівок Cu_2ZnSnS_4, одержаних з допомогою СВС, методами SEM, EDX та Раманівської спектроскопії відповідно.

5. Показано, що синтезовані плівки Cu_2ZnSnS_4 мають структуру кестериту.

6. Необхідні подальші дослідження фотоелектричних властивостей одержаник тонких плівок Cu_2ZnSnS_4

Список літератури

1. Green.M. The path to 25% silicon solar cell efficiency: History of silicon cell evolution. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 17, 183–189, 2009.

2. Delbos S. Kësterite thin films for photovoltaics: a review. EPJ Photovolt., 3, 35004, 2012.

3. Malerba, Claudia. Cu2ZnSnS4 thin films solar cells: material and device characterization. PhD thesis, University of Trento, 2014.

4. Paier J., Asahi R., Nagoya A. and Kresse G. Cu2ZnSnS4 as a potential photovoltaic material: A hybrid Hartree-Fock density functional theory study. Physical Review B, 79(11), 115126, 2009.

5. Sevik C. and Çağın T. Assessment of thermoelectric performance of Cu2ZnSnX4, X=S, Se and Te. Applied Physics Letters, 95(11), 112105, 2009.

6. Schorr S. The crystal structure of kesterite type compounds: A neutron and X- ray diffraction study. Solar Energy Materials and Solar Cells, 95, 1482–1488, 2011.

7. Chen S., Yang J.H., Gong X.G., Walsh A. and Wei S.H. Intrinsic point defects and complexes in the quaternary kesterite semiconductor Cu2ZnSnS4. Physical Review B, 81(24), 245204, 2010.

8. Nagoya A., Asahi R., Wahl R. and Kresse G. Defect formation and phase stability of Cu2ZnSnS4 photovoltaic material. Physical Review B, 81(11), 113202, 2010.

9. Chen S., Wang L., WalshA., Gong X.G. and WeiS.H. . Abundance of CuZn + SnZn and 2CuZn + SnZn defect clusters in kesterite solar cells. Appl. Phys. Lett., 101(22), 223901, 2012.

10. Katagiri H. . Cu2ZnSnS4 thin film solar cells. Thin Solid Films, 480–481, 426– 432, 2005. Presented at EMRS 2004.

11. Wang K., Gunawan O., Todorov T., Shin B., Chey S. J., Bojarczuk N. A., Mitzi D. and Guha S. Thermally evaporated Cu2ZnSnS4 solar cells. Applied Physics Letters, 97(14), 143508, 2010

12. Katagiri H., Jimbo K., Yamada S., Kamimura T., Maw W. S., Fukano T., T. Ito and T. Motohiro. Enhanced conversion efficiencies of Cu2ZnSnS4-based thin film solar cells by using preferential etching technique. Applied Physics Express, 1(4), 041201, 2008.

13. Johnson L. J., Nukala H., Bhatia A., Hlaing Oo W.M., Loren W. R., Scarpulla M. A. and Lund E. A. Effects of 2nd phases, stress and Nja at the Mo/Cu2ZnSnS4 interface. In Proc. of the 2010 MRS Spring meeting, volume 1268, page 1268-EE03-03, 2010.

14. Liu F., Zhang K., Lai Y., Li J., Zhang Z. and Liu Y. . Growth and characterization of Cu2ZnSnS4 thin films by DC reactive magnetron sputtering for photovoltaic applications. Electrochemical and Solid-State Letters, 13(11), H379–H381, 2010.

15. Tanaka T., Nagatomo T., Kawasaki D., Nishio M., Guo Q., Wakahara A., Yoshida A. and Ogawa H. . Preparation of Cu2ZnSnS4 thin films by hybrid sputtering. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 66(11), 1978–1981, 2005.

16. Seol J.-S., Lee S.-Y., Lee J.-C., Nam H.-D. and Kim K.-H. Electrical and optical properties of Cu2ZnSnS4 thin films prepared by RF magnetron sputtering process. Solar Energy Materials and Solar Cells, 75(1-2), 155–162, 2003.

17. Jimbo K., Kimura R., Kamimura T., Yamada S., Win S. M., Araki H., Oishi K. and Katagiri H. . Cu2ZnSnS4-type thin film solar cells using abundant materials. Thin Solid Films, 515(15), 5997–5999, 2007.

18. Ge J., Wu Y., Zhang C., Zuo S., Jiang J., Ma J., Yang P. and Chu J. Comparative study of the influence of two distinct sulfurization ramping rates on the properties of Cu2ZnSnS4 thin films. Applied Surface Science, 258(19), 7250–7254, 2012.

19. Kamoun N., Bouzouita H., Rezig B., Thin Solid Films 515, 5949, 2007.

20. Koda T., S. Shionoya, Nature of the Self–Activated Blue Luminescence Center in Cubic ZnS:Cl Single Crystals, Phys. Rev. 1964.

21. Козицький С. В., Писарський В. П., Зубрицький С. В., Уланова О. О., Властивості полікристалів ZnS з додатком NH_4Cl, отриманих методом СВС, Укр. Фізичн. Журнал, 1994.

22. Милославский А. Ч., Сукнов Н. В., Поддужный Р. В., Нафеев Р. К., Природа центров свечения спектров люминисценции ZnS<AgCl>; Синтез и свойства особо чистых веществ. Сборник трудов ВНИИ Люминофоров, 1990.

23. Рабинович, В. А. Краткий химический справочник [Текст] / В. А. Рабинович, З. Я. Хавич. – Л.: Химия, 1991. – 432 с.

24. Schorr, S. The crystal structure of kesterite type compounds: a neutron and x- ray diffraction study [Text]/ S. Schorr // Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2011. – V. 95 – P. 1482–1488

25. Olekseyuk, I. D. Phase equilibria in the Cu2S-ZnS-SnS2 system [Text]/ I. D. Olekseyuk, E. V. Dudchak, L. V. Piskach // Journal of Alloys and Compounds. – 2004. – V. 368 – P. 135–143

26. Amiri N.B.M. Electronic structure and lattice dynamics in kesterite-type Cu2ZnSnSe4 from first-principles calculations / N.B.M. Amiri, A. Postnikov // Physical Review B. – 2010. – Vol. 82. – P. 205204(1–8).

ELECTRIC PASSENGER TRANSPORT VEHICLES: TECHNICAL CHARACTERISTICS AND ENERGY EFFICIENCY

Author – Ivanov R.
Supervisor – Koev K.
University of Ruse «Angel Kanchev»

Electrical passenger transport vehicles: technical characteristics and energy efficiency. Classifications and characteristics of electrical passenger transport vehicles are presented. Some technical advantages and disadvantages of the electrical vehicles are considered. The energy efficiency of the recent electrical vehicles is presented and analyzed.

Key words: electrical passenger transport vehicles, technical characteristics, energy efficiency.

Introduction

Transport vehicles, put into motion with electric energy, are of great relevance, due to their basic characteristics – ecological safety and low level of noise emissions. [15].

First attempts for building of electrical vehicles are done in the first three decades of XIX century. Then have been elaborated the first rotating electrical machines. [8].

Electric transport vehicles are put in motion from electric energy, which is turned into mechanical from traction engines or from stationary electromagnetic systems. The contemporary development of technology allows different transport vehicles to be put in motion with electric energy – railway (trains, trams, and metro), automobile (passenger and transport, lifting, construction and agricultural machinery), some tracking machines (military, agricultural), water and air transport vehicles. [7]

All these are characterized with different construction peculiarities, technical parameters and efficiency of usage of the consumed energy.

The purpose of the paper is to compare the different technical parameters of the different types of electric passenger transport vehicles and to analyze their energy efficiency.

Analytical review

Classification of the electric transport vehicles

Transport vehicles, driven with electric energy are two types, depending on the position of the power source – autonomous and non-autonomous. The first type transports the energy source, i. e. it is part of it, and the second type – receives energy from an external source. The main representatives of the autonomous electric passenger transport vehicles are the automobiles (private and public transport – taxi transportation) and buses. Non-autonomous electric transport vehicles drive in cities and outside the cities. Representatives of the first group are metro (underground urban rail vehicle), trolleybuses, trams, and inter urban – rail trains (IEC – inter urban express), including and driven with electromagnetic fields (MAGLEV, (magnetic levitation over a non-track path), Transrapid – magnetic levitation over a single rail).

Electric transport vehicles most commonly are driven through rotating electric machines or trough interaction of magnetic fields. The construction and principles of action of these drive systems are shown on [2].

Electric energy, Електрическата енергия, supplying the transport vehicles can be with constant or varying parameters (electricity, voltage). Very often in the transport vehicles (autonomous and non-autonomous) devices are used, which turn the electric energy in the appropriate type of driving system. Autonomous and non-autonomous transport vehicles use different technologies and technical systems for transmitting and producing of electric energy, including and renewable energy sources.

Road infrastructure, used by the electric transport vehicles is an indicator by which they can be classified on rail and non-rail. Trams, metro, interurban trains are representatives of the first group. Second group includes vehicles, which use the road network of the classic automobile transport (automobiles, busses, and trolleybuses) and a few special tracks (for driving with electromagnetic fields).

Electric transport vehicles can be driven directly by a driver, or indirectly (without a driver) – trough modern electronic and communication systems. Representatives of the second group are taxi automobiles in Singapore and few high-speed interurban vehicles. (MAGLEV) [11,13,16].

Results of work

Technical characteristics of the electric passenger transport vehicles

The factors, which determine the necessary power for putting into motion of the electric transport vehicles, are: the resistance forces, which have to be overcome during the start-up and movement, the mechanical and electrical

losses and the speed of movement. [1, 10]. Electric energy is used for not only driving into motion, but also for light, signaling, air-conditioning, navigation systems, directing and so on. Therefore, the total power of the electric transport vehicles needs to be greater than that for putting into motion.

•Autonomous electric transport vehicles – automobiles (electro mobiles) and busses (electro busses).

Distinctive feature of these transport vehicles is that they do not require special road infrastructure and are supplied from private resource of electric energy, which is part of their equipment. Main disadvantages are their limited power and the necessity of building of technical systems (electro stations) for charging them with electric energy.

The power of the autonomous electric transport vehicles depends on the characteristics of the used sources of electric energy (accumulators, superconductors, fuel cells, etc.). Some more-important characteristics are: energy density, kW / kg, electrical capacity, Ah, current magnitude and charge and discharge duration, charge-discharge cycles, discharge depth, resistance to extreme conditions (high and low temperatures, etc.).

Energy density and electric capacity of the sources define the maximum self – weight of the transport vehicles, the weight of the payload, speed and duration of motion with one charge. Crucial factors during movement of the autonomous transport vehicles, which determine the power consumption, are the regime of driving (subjective behavior of the driver or electronic systems, during driving without driver, which determine the speed of motion), and the varying road and atmosphere conditions. The last two conditions cannot be controlled. Therefore, to achieve minimum consumption of energy (maximum energy efficiency) from the electric transport vehicles, in concrete driving conditions, is appropriate to purposely affect (driving) on the regime of driving.

Electric transport vehicles, which use road infrastructure (roads), assimilate on average 80% from the consumed electric energy. This amount is 4 times greater, in comparison with the transport vehicles, driven by internal combustion engines (ICE) – fig. 1. With them, the fuel energy (gasoline or diesel) is assimilated only around 20%, because the rest is transformed into non-usable heat. [5].

Main reasons for greater energy efficiency of the electric transport vehicles are:high coefficient of efficiency (CoE) of the driving electric engines – over 80%; the energy is consumed only during movement; the driving electric engines can change from engine into generator regime, during stopping and downhill slopes.The produced electric energy is transmitted back in the power source (recuperation).

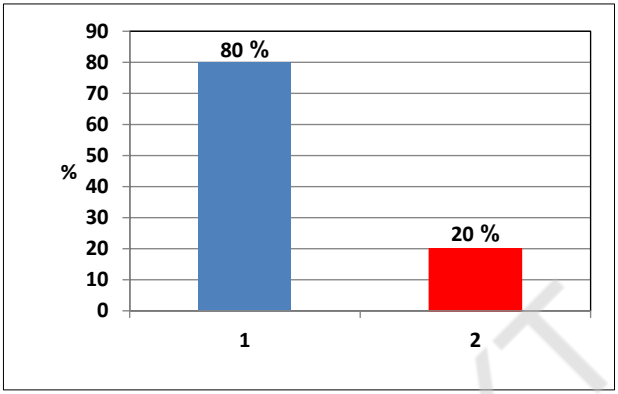


Fig. 1. Total efficiency of transport vehicles using the road network: 1 – electrical; 2 – with internal combustion engines.

Important indicator for energy efficiency of electric transport vehicles is the average value of the consumption of electric energy for driving of 100km, which for the electric automobiles is usually (10…23) kWh. Approximately 20% from this energy is not used effectively (loses) during the charging of batteries [5].

Other characteristic of electric automobiles is the time for charging of accumulators. Producers are searching continuously for a ways to shorten this time. For example lithium-ion accumulators with power (3…6) kW (230 V, 15 A) can be fully charged for about (7…8) h with normal regime of charging, and for (30…45) min – with fast charging. The short time is especially important for taxi electric automobiles. [6].

Electric busses are driven with electric engines, powered by accumulators or supercondensators, placed in the transport vehicle. Similar decisions are used in some models trolleybuses (powered by external contact network), with the purpose of supportive energy source and for emergencies (in malfunctions of the contact network).

Electric buses are almost entirely used in the urban transport, as compared to inter urban transport. The main reason for this is their big weigh, which determines the necessity of powerful electric engines and accumulators. In urban areas, the speed of travel and the length of the routes are limited. These conditions allow, even when there are requirements for great power of the transport vehicle (greater than the self-weight and weight of the payload), the use of electric buses, which undergo a certain route, when the required infrastructure for charging electricity is available.

Electric buses, like electric automobiles, can also use regime of recovery (when braking or moving on slopes), for enhancing the energy efficiency. The average value of the consumption of electric energy for travelling of 1 km by electric buses is around 1, 2 kWh. This value is 10 times more from the consumption of electric automobiles – (0, 10..0,23) kWh/km (fig.2) [5].

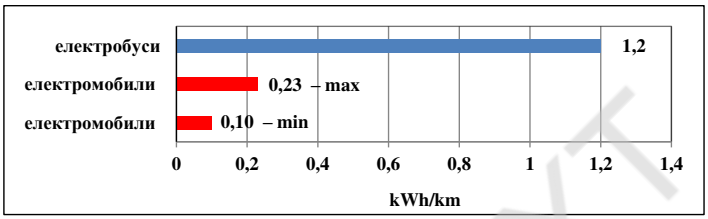


Fig. 2. Specific consumption of electric energy by autonomous electric transport vehicles

Last generation electric buses form the world leader BYD (China), are used in London (fig.3). They are double decker buses with 54 seats and 27 standing places (a total of 81). The supply batteries are iron-phosphate, with power 345 kW, and one charging in urban conditions, ensure travelling a route with length up to 307, 5 km (190 ml). The time for charging is only 4 h and it can use nighttime electricity, which is cheaper [4].The average value of the electric energy consumption is 1,12 kWh/km.



Fig. 3. Electric bus BYD on the streets of London

Electric buses, depending on the technical infrastructure, which is built, during stays or in a garage, can recharge their batteries via pantographs from the contact system, situated over the transport vehicle, or in an inductive way. If supercondesators are used, the time for recharging with electric energy is significantly less – **few minutes**. This is important advantage, but the number of cycles discharge and recharge of the condensators is smaller.

Electric buses and electric automobiles can be as total characterized with greater speed during maneuvers and less time for speeding up, except for absence of harmful emissions and noise, in comparison with the transport vehicles with internal combustion engines. Major disadvantage of the electric buses is the smaller length of the route passed, in comparison with the buses with internal combustion engines. [3].

•Non-autonomous electric transport vehicles – railway and non-railway.

The first group are urban (metro, tram) and inter-urban (ICE), and the non-railway – urban (trolleybus) and inter-urban (MAGLEV, Transrapid). All these transport vehicles, as difference from the autonomous, require special infra-structure (with exception of the trolleybuses) and are charged by outer source of electric energy – contact network (for the railway transport vehicles), contact railway (for the metro) and systems for magnetic levitation (MAGLEV, Transrapid). These peculiarities allow the transport vehicles to have enough power and to transport big mases with high velocity. The power of the non-autonomous electric vehicles is determined by the power of the outer power source, and it depends on the characteristics of the transport vehicles and on the conditions of the route and the movement.

Main disadvantage is the necessity for building of complex technical infra-structure for charging with electric energy.

Advantage of the non-autonomous railway transport vehicles, as com-pared to those, which move on the road transport network (trolleybuses), are: less rolling resistance when moving steel wheels on the rails; better aerody-namic characteristics of the moving composition; less obstacles (especially for metro). For these reasons, the railway transport vehicles are characterized with better energy efficiency (fig.4) and can move with higher speed [12]. The comparison between the railway and non-railway inter urban non-autonomous transport vehicles shows that the second group is characterized with serious advantages. They are: lack of friction between the transport vehicle and the road; small amplitudes of vibration and noise – the noise is up to 30% less; small radii of curvature on the road – the minimum value 75 m is 4 time less, as compared to the railway transport vehicles; overcoming of 10% slopes on the road during escalation, which is 2, 5 times more, than the railway vehicles. [14].

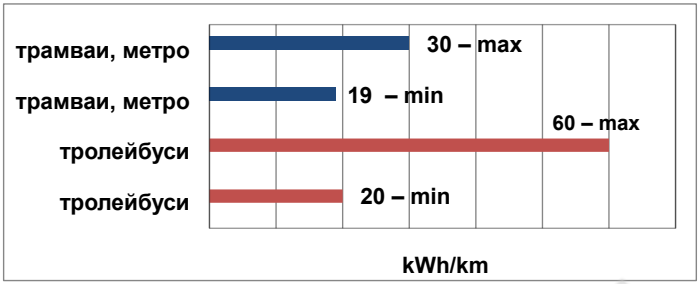


Fig. 4. Specific usage of electric energy of non-autonomous electric transport vehicles

The principle of moving of the non-railway electric transport vehicles (MAGLEV, Transrapid), based on the interaction between electric fields is the reason for the lack of friction between the transport vehicle and the road. This is important condition for moving with high speed (over 400 km/h), with less expenses for technical exploitation.

Inter urban non-railway transport vehicles, except with their undoubted advantages are characterized also and with disadvantages, which are limited to their application.

Main problem is the very high price of the infrastructure – 43, 6 mln usd dollars for 1 km two-way road, including transport vehicles and stations. The road section is in Shanghai (China) and is with length 30 km (fig.5) [9]. Another disadvantage is that only with high speed the energy efficiency is bigger, as compared to railway transport vehicles.



Fig. 5. Non-railway train MAGLEV in China

Serious problem is the big energy consumption for overcoming the resistance of the air environment, which is determining factor during movement

with very high speed. The power of the motion system P is directly proportional to the linear velocity of movement v, raised to the 3rd degree, i. $P \sim v^3$. The great power is ensured by strong magnetic fields, whose influence on the passengers and the technical systems must be restricted, or eliminated.

Conclusion

The research of the technical parameters and the energy efficiency of the electric passenger transport vehicles shows that:

- Non-railway transport vehicles (MAGLEV) are most effective during high speed, but the expenses for building of technical systems and road infrastructure are the highest;
- Railway transport vehicles (urban and inter urban) are more effective from those, which move on road transport network, due to lower friction during rolling the wheels, but the expenses for building of infrastructure are considerable;
- With the smallest expenses are characterized electric automobiles and electric buses, with restricted power and length of the road path with one charge of the energy source. Its characteristics are very important factor for the determining of the energy efficiency of these transport vehicles.

References

1. Balgaranov L., Electric Transport, Technical University Sofia, 1991,250 pp.
2. Danovski, P. Analysis of the technical parameters of traction electric motors B: Conference Proceedings of Students scientific conference of University of Ruse "Angel Kanchev", Ruse, 2015, 29-34 pp., ISBN ISSN 1311-3321.
3. Battery electric bus, https://en.wikipedia.org/wiki/Battery_electric_bus
4. BYD, http://www.byd.com/news/news-325.html
5. Electric car, https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car
6. Electric vehicle battery, https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_ vehicle_battery
7. Harrop, P. Anatomy of Electric Vehicles by Land, Water and Air, www.IDTechEx.com
8. History of the electric vehicle, http://en.wikipedia.org/wiki/History_ of_the_electric_vehicle
9. How the maglev train move forward, https://www.quora.com/How-the-maglev-train-move-forward

DRAFT

10. Husain, I. Electric and hybrid vehicles: design fundamentals. CRC Press, 2003, 270 pp.

11. Incheon Airport Maglev, https://en.wikipedia.org/wiki/Incheon_ Airport_Maglev

12. Kay, D. et al. Public transport, IEA ETSAP – Technology Brief T10 – January 2011, www.etsap.org

13. Linimo, https://en.wikipedia.org/wiki/Linimo

14. Liu, Z. et al. Maglev Trains Key Underlying Technologies. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015, 215pp.

15. New Energy and Fuel, http://newenergyandfuel.com/

Singapore's self-driving cars can now be hailed with a smartphone, http://www.theverge.com/2016/9/22/13019688/singapore-self-driving-car-nutonomy-grab-ride-hail-test

НТБ ОНАХТ

6. REFRIGERATING MACHINES AND EQUIPMENT

6. ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ І УСТАНОВКИ

THE REFCONTAINER REFRIGERATING MACHINE FOR A TRANSPORTATION OF THE FROZEN BLUEFIN TUNA CARCASSES

Author – Yerema V.
Supervisor – Sokolovska-Yefymenko V.
Odessa National Academy of Food Technologies

Two constructive schemes of cascade machines are considered: with working substance R23 in the lower cascades and working substances R507 and R744 in the upper cascades. For a specific temperature cycle mode, the "transport" optimization problem is solved: the minimum mass and dimensions characteristics of the compressors entering the refrigerating machine of the refcontainer for transport of frozen carcasses of bluefin tuna are determined.

ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА РЕФКОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ТРАСПОРТА ЗАМОРОЖЕННЫХ ТУШ ГОЛУБОГО ТУНЦА

Автор – Ерема В.Ю.
Руководитель – Соколовская-Ефименко В.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий

В работе рассмотрены две конструктивные схемы каскадных машин: с рабочим веществом R23 в нижних каскадах и рабочими веществами R507 и R 744 в верхних каскадах. Для конкретного температурного режима циклов решена «транспортная» задача оптимизации: определены минимальные массогабаритные характеристики компрессоров, входящих в холодильную машину рефконтейнера для транспорта замороженных туш голубого тунца.

НТБОНАХТ

Введение

Тихоокеанский голубой тунец – ценный промышленный вид рыб, получил охранный статус «Уязвимый». По оценкам численность популяции сократилась до 4 % от уровня, существовавшего до начала коммерческого промысла в середине XX века. Основной объём вылова приходится на долю Японии.

Мясо тихоокеанских голубых тунцов является деликатесом. Охлаждённые и замороженные туши используют в ресторанном бизнесе и производстве полуфабрикатов для суши и сашими. Цена одной туши тунца достигает 40 тыс. долларов. Высокое качество продукта и высокая цена определяют условия транспортировки такого ценного продукта по всему миру преимущественно морским транспортом.

Для сохранения свежести первого дня вылова для дальних перевозок необходима предварительная шоковая заморозка всей туши рыбы. Замораживание производят в специальных скороморозильных аппаратах, работающих с «сухим льдом» в качестве хладоносителя при температуре -78 ^{0}C. Туши помещают в жестяные колбы диаметром 750 мм и длиной 1800мм. Средняя масса упакованной туши составляет около 250 кг. Транспортировка туш осуществляется рефрижераторными контейнерами. Вместимость контейнера от 4 до 7 туш. Технологический режим хранения предусматривает поддержание в контейнере температуры $-50^0C \pm 1^0C$. Указанный температурный режим обеспечивают каскадные холодильные машины. Техническая информация относительно схемных решений и состава оборудования системы охлаждения низкотемпературных рефконтейнеров отсутствует.

Цель работы – проектирование каскадной холодильной машины низкотемпературного рефконтейнера для перевозки туш голубого тунца.

Объектом исследования является низкотемпературная каскадная холодильная машина в составе рефконтейнера.

Предметом исследования являются энергетические и конструктивные характеристики каскадной машины.

Методы исследования: термодинамический анализ и численное моделирование термодинамических процессов в элементах компрессорной машины. Основой математического моделирования являются уравнения классической термодинамики.

1. Аналитический обзор литературных источников

Десятилетие назад производство холода на температурном уровне -110…-50°C осуществлялось каскадными машинами. В каскадных маши-

нах использовали в высокотемпературном верхнем каскаде (ВК) рабочие вещества среднего давления R12 и R22 и в низкотемпературном нижнем каскаде (НК) – вещества высокого давления R13 и R14. В современной холодильной и теплонасосной технике указанные рабочие вещества запрещены к использованию. Из всего многообразия рабочих веществ, предлагаемых рынком, исследователями для каскадных машин были отобраны пары, которые при соблюдении общих правил выбора обладали главными преимуществами: оба вещества натуральные, имеют нулевые значения ODP и близкие к нулю GWP. Именно эти заключения легли в основу появления нового поколения каскадных машин.

Наиболее известной и изученной стала машина с парой веществ R717/R744 (R717 – в ВК, R744 – в НК). Термодинамический анализ цикла машины установил, что перспективной областью ее использования являются большие холодопроизводительности при температурах в охлаждаемых объектах -50…-30°C. В работе [2] представлен анализ нескольких пар веществ, в которых рабочим веществом ВК служит R744. В НК предлагается использовать группу веществ HFC-типа (R125, R41, R32 и R23) обеспечивающую получение температур ниже температуры тройной точки R744. Такие вещества могут быть использованы при проектировании каскадных холодильных машин с температурами ниже -70°C.

Реализация идей каскадных машин с R744 длительное время не состоялась, ввиду отсутствия машиностроительной базы для холодильных компрессоров высокого давления. В настоящее время компрессоры выпускают в промышленном масштабе ведущие мировые фирмы [1], поэтому практическое воплощение идеи вполне реально.

Рабочие вещества рефконтейнеров должны соответствовать требованиям морского регистра, обладать высокой степенью термодинамического совершенства, озонобезопасностью и иметь нулевой ODP. На основании аналитического анализа литературных источников относительно рабочих веществ холодильных машин морского транспорта в проекте использованы: рабочее вещество нижнего каскада – R23, рабочие вещества верхнего каскада – R507a и R744.

Особенностью конструктивного решения каскадной машины должны быть условия размещения оборудования в пределах габарита контейнера. В машине серийным оборудованием являются приборы автоматики и компрессоры, все остальное оборудование нестандартное и может быть сконструировано, исходя из конкретных условий размещения. На основании требований главной задачей является выбор компрессоров. В основе термодинамического анализа характеристик компрессоров находится

решение «транспортной» задачи – минимизации массогабаритных показателей компрессоров[3,4].

2. Формирование циклов каскадной машины

Расчеты теплопритоков внутрь контейнера выполнены с учетом скорости движения судна в неограниченном районе плавания и характеризуют систему охлаждения как малую каскадную холодильную машину. Величина теплопритоков определяет холодопроизводительность каскадной машины.

Таблица 1 – К расчету холодопроизводительности машины

Район плавания	Скорость судна,в узлах	Температура воздуха, ^{0}C	Суммарные теплопритоки, Вт
Индийский океан	15	34	1658.8
Черное море	15	30	1274.4
Тихий океан	15	29	1260.24
Средиземное море	15	27	1231.6
Атлантический океан	15	26	1174.9

Каскадные машины, рассматриваемые в проекте, состоят из двух взаимосвязанных одноступенчатых (рис. 1-2). Нижние каскады обеих машин работают с рабочим веществом R23. В верхних каскадах использованы R507 (рис. 1) и 744 (рис. 2). Циклы первой машины осуществляются в двухфазных областях соответствующих рабочих веществ (рис. 3). Во второй машине цикл нижнего каскада осуществляется в двухфазной области для R23 и полностью повторяет цикл первой машины. Цикл верхнего каскада на R744 получил название «надкритический цикл», поскольку один из его процессов – отвод тепла, происходит при давлении выше критического (рис. 4). В схеме машины вместо классического конденсатора установлен газовый охладитель. Каскады имеют общий теплообменный аппарат конденсатор – испаритель, благодаря теплообмену в котором происходит передача тепла из нижнего каскада в верхний. Температурный режим в этом аппарате определяет энергетические и конструктивные характеристики машин в целом.

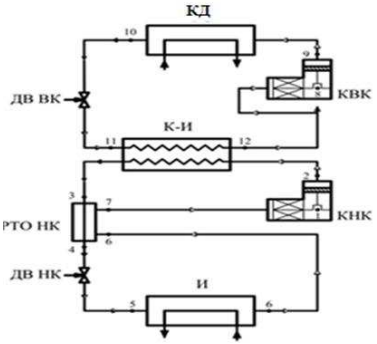


Рис. 1. Принципиальная схема каскадной холодильной машины, работающей на (R507/ R23)

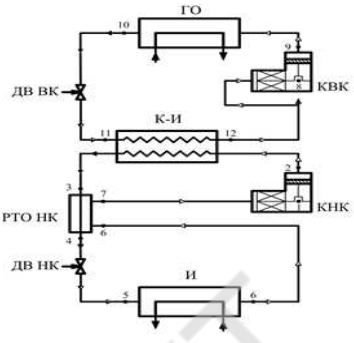


Рис. 2. Принципиальная схема каскадной холодильной машины, работающей на (R744/ R23)

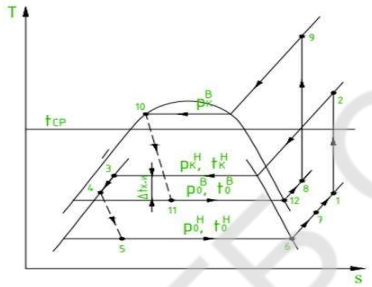


Рис. 3. Циклы каскадной холодильной машины, работающей на (R507/ R23) в диаграмме состояний(T-s)

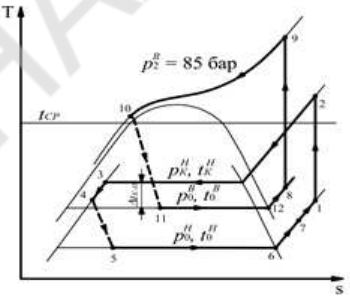


Рис. 4. Циклы каскадной холодильной машины, работающей на (R744/ R23) в диаграмме состояний(T-s)

Решение «транспортной» задачи для машины рефконтейнера – осуществить поиск компрессоров, с минимальными массогабаритными (с минимальным значением суммарной теоретической производительности компрессоров каскадов) характеристиками для комплектации оборудования холодильной машины в габаритах рефконтейнера $\sum V_h = \min$.

Условия проведения термодинамического анализа: единый температурный режим и холодопроизводительность в циклах нижних каскадов.

3. Решение «транспортной» задачи для каскадной машины

Входные данные для теплового расчета циклов:

Холодопроизводительность: $Q_0 = 2 кВт$;

Температура в рефконтейнере: $t_к = -50^0 C$;

Расчетная температура наружного воздуха: $t_{нар} = 34^o$ С;

Давление рабочего вещества в газовом нагревателе $p_2^B = 85$ бар;

Расчетные температуры в конденсаторе-испарителе заданы для решения транспортной задачи оптимизации машины: ($t_{и-к} = -5 \ ... -20^0 C$).

Расчетные температуры испарения и конденсации в циклах приняты с учетом разностей температур на теплопередачу в соответствующих аппаратах.

В качестве примера представим параметры в узловых точках циклов для расчетной температуры в испарителе-конденсаторе: $t_{и-к} = -10^0 C$.

Рабочее вещество нижнего каскада: R23;

Рабочее вещество верхнего каскада: R507A;

Рабочее вещество верхнего каскада: R744;

Давление рабочего вещества в газовом нагревателе ВК $p_2^B = 85$ бар;

Температура кипения в нижнем каскаде $t_0^{нк} = -60^0 C$;

Температура конденсации в верхнем каскаде: $t_к^{ВК} = 44^0 C$;

Температура кипения в верхнем каскаде $t_0^{ВК} = -20^0 C$;

Температура конденсации в нижнем каскаде: $t_к^{НК} = -5^0 C$.

Таблица 2 – Термодинамические параметры в узловых точках цикла нижнего каскада для машины, работающей на (R507/ R23)

Параметры	Единицы изм.	$t_0^{НК} = -60^0 C$; $t_к^{НК} = -5^0 C$, R23						
		1	2	3	4	5	6	7
Давление, p	бар.	3,1	21,79	21,79	21,79	3,1	3,1	3,1
Температура, t	°С	-20	79,7	-5	-22	-60	-60	-25
Энтальпия, h	кДж/кг	363,4	428,5	191,7	165,9	165,9	334	359
Объём, v	кг/м³	0,091	0,017					

НТБ ОГАХ

Таблица 3 – Термодинамические параметры в узловых точках цикла верхнего каскада для машины, работающей на (R507/ R23)

Параметры	Единицы изм.	$t_0^{BK} = -15^0 C$; $t_к^{BK} = 44^0 C$ R507				
		12	8	9	10	11
Давление, p	бар.	3,804	3,804	20,68	20,68	3,804
Температура, t	°C	-15	5	74,9	44	-15
Энтальпия, h	кДж/кг	357,03	372	410,7	258,1	258,1
Объём, v	кг/м³	0,0566	0,011			

Таблица 4 – Термодинамические параметры в узловых точках цикла верхнего каскада для машины, работающей на (R744/ R23)

Параметры	Единицы изм.	$t_0^{BK} = -15^0 C$; $p_2^B = 85$ бар, R744				
		12	8	9	10	11
Давление, p	бар.	22,9	22,9	85	85	22,9
Температура, t	°C	-15	-10	90,5	34	-15
Энтальпия, h	кДж/кг	436,2	442,7	501,3	303	303
Объём, v	кг/м³		0,0171			

Математическая модель теплового расчета циклов

Удельная массовая холодопроизводительность НК:

$$q_0 = h_6 - h_5 \text{ , (кДж/кг).} \tag{3.1}$$

Удельная объёмная холодопроизводительность НК:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} \text{, (кДж/м³).} \tag{3.2}$$

Удельная адиабатная работа сжатия компрессора НК

$$w_a^{HK} = h_2 - h_1 \text{ (кДж/кг).} \tag{3.3}$$

Удельная адиабатная работа сжатия компрессора ВК:

$$w_a^{BK} = h_9 - h_8, \text{ (кДж/кг)}. \tag{3.4}$$

Массовый расход агента в нижнем каскаде:

$$M_a^{HK} = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ (кг/с)}. \tag{3.5}$$

Массовый расход агента в верхнем каскаде:

$$M_a^{BK} = \frac{M_a^{HK} \cdot (h_2 - h_3)}{h_{12} - h_{11}}, \text{ кг/с}. \tag{3.6}$$

Коэффициенты подачи компрессоров НК и ВК:

$$\lambda^{HK} = \lambda_c^{HK} \cdot \lambda_w^{HK}, \tag{3.7}$$

$$\lambda_c^{HK} = 1 - 0.02 \cdot \left[\left(\frac{P_к^{HK}}{P_0^{HK}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]; \tag{3.8}$$

$$\lambda_w^{HK} = \frac{T_0^{HK} + \theta}{T_к^{HK} \cdot \alpha + \theta \cdot \beta}; \tag{3.9}$$

$$\lambda^{BK} = \lambda_c^{BK} \cdot \lambda_w^{BK}, \tag{3.10}$$

$$\lambda_c^{BK} = 1 - 0.02 \left[\left(\frac{P_к^{BK}}{P_0^{BK}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]; \tag{3.11}$$

$$\lambda_w^{BK} = \frac{T_0^{BK} + \theta}{T_к^{BK} \cdot \alpha + \theta \cdot \beta}; \tag{3.12}$$

Действительная объемная производительность компрессора ВК:

$$V_д^{BK} = M_a^{BK} \cdot \upsilon_8, \text{ м}^3/\text{с}. \tag{3.13}$$

Действительная объемная производительность компрессора НК:

$$V_д^{HK} = M_a^{HK} \cdot \upsilon_1, \text{ м}^3/\text{с}. \tag{3.14}$$

Теоретическая объемная производительность компрессора ВК:

НТБ ОНАХТ

$$V_h^{BK} = \frac{V_o^{BK}}{\lambda^{BK}}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (3.15)$$

Теоретическая объемная производительность компрессора НК :

$$V_h^{HK} = \frac{V_o^{HK}}{\lambda^{HK}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.16)$$

Суммарная теоретическая объемная производительность компрессоров

$$\sum V_h = V_h^{HK} + V_h^{BK} \quad (3.17)$$

Адиабатная мощность компрессоров:
верхнего каскада:

$$N_a^{BK} = M_a^{BK} \cdot w_a^{BK}, \text{ кВт}; \quad (3.18)$$

нижнего каскада:

$$N_a^{HK} = M_a^{HK} \cdot w_a^{HK}, \text{ кВт}. \quad (3.19)$$

Индикаторный КПД компрессоров
нижнего каскада:

$$\eta_i^{HK} = \lambda_w^{HK} + b \cdot (t^{HK}{}_0) \ , \quad (3.20)$$

верхнего каскада:

$$\eta_i^{BK} = \lambda_w^{BK} + b \cdot (t_0{}^{BK}) \ , \quad (3.21)$$

Индикаторная мощность компрессоров
нижнего каскада:

$$N_i^{HK} = \frac{N_a^{HK}}{\eta_i^{HK}} \text{ кВт}; \quad (3.22)$$

верхнего каскада:

$$N^{BK}{}_i = \frac{N_a^{BK}}{\eta_i^{BK}} \text{ кВт}. \quad (3.23)$$

Мощность трения компрессоров:
нижнего каскада:

НТБ ОНАХТ

$$N_{mp}^{HK} = P_{mp} \cdot V_h^{HK} \text{ кВт;} \quad (3.24)$$

верхнего каскада

$$N_{mp}^{BK} = P_{mp} \cdot V_h^{BK} \text{ кВт.} \quad (3.25)$$

Эффективная мощность компрессоров нижнего каскада:

$$N_e^{HK} = N_{mp}^{HK} + N_i^{HK} \text{ кВт;} \quad (3.26)$$

верхнего каскада

$$N_e^{BK} = N_{mp}^{BK} + N_i^{BK} \text{ кВт.} \quad (3.27)$$

Результаты вариантных расчетов машин приведены в таблицах 5 и 6 и в графическом виде на рис. 5.

Таблица 5 – Тепловой расчет цикла каскадной холодильной машины при различных температурных режимах в испарителе-конденсаторе ($t_{и-к}$), работающей на рабочих веществах (R507/ R23)

Характеристики цикла	Температура в испарителе-конденсаторе, $t_{и-к}$, ^{0}C				
	-5	-10	-13	-15	-20
q_0,(кДж/кг);	164,37	168,1	170	172,17	176,37
q_v,(кДж/кг);	1748,61702	1847,3	1876,37969	1934,5	2027,2
w_a^{HK},(кДж/кг);	71,63	65,1	61	58,3	51,7
w_a^{BK},(кДж/кг);	34,3	38,7	56,06	57,51	47
M_a^{HK},(кг/с)	0,01216767	0,0119	0,01176471	0,0116	0,0113
M_a^{BK},(кг/с)	0,02875666	0,0285	0,0245468	0,0243	0,0278
V_o^{HK},(м^3/с)	0,00114376	0,0011	0,00106588	0,001	0,001
V_o^{BK},(м^3/с)	0,00135156	0,0016	0,00154154	0,0016	0,0022
V_h^{HK},(м^3/с)	0,00169165	0,0016	0,00134429	0,0014	0,0013
V_h^{BK},(м^3/с)	0,00187772	0,0023	0,00231973	0,0025	0,0035
ΣV_h	0,0042	0,0040	0,0038	0,0039	0,0041

РТИ ОНАХТ

Таблица 6 – Тепловой расчет цикла каскадной холодильной машины при различных температурных режимах в испарителе-конденсаторе ($t_{и-к}$), работающей на рабочих веществах (R744/ R23)

Характеристики цикла	Температура в испарителе-конденсаторе, $t_{и-к}$, ^{0}C				
	-5	-10	-13	-15	-20
q_0,(кДж/кг);	164,37	168,1	170	172,17	176,37
q_v,(кДж/кг);	1748,62	1847,3	1876,4	1934,5	2027,24
$w_a^{НК}$,(кДж/кг);	71,63	65,1	61	58,3	51,7
$w_a^{ВК}$,(кДж/кг);	34,3	60,27	69,66	67,1	74,3
$M_a^{НК}$,(кг/с)	0,012	0,0119	0,0118	0,0116	0,01134
$M_a^{ВК}$,(кг/с)	0,0216	0,0211	0,0207	0,0203	0,01961
$V_o^{НК}$,(м^3/с)	0,00112	0,0011	0,0011	0,001	0,00099
$V_o^{ВК}$,(м^3/с)	0,000317	0,0004	0,0004	0,0004	0,00046
$V_h^{НК}$,(м^3/с)	0,0017	0,0016	0,0013	0,0014	0,00135
$V_h^{ВК}$,(м^3/с)	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,00062
ΣV_h	0,0021	0,002	0,0018	0,002	0,00205

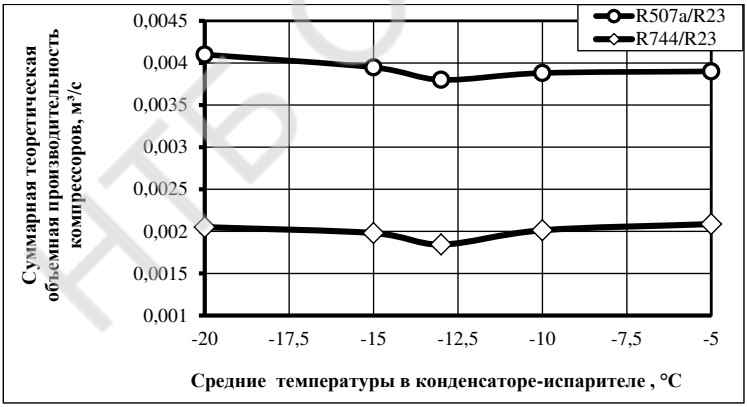


Рис. 5. Суммарная теоретическая объемная производительность компрессоров в зависимости от средней температуры в испарителе-конденсаторе

Анализ результатов показал, что в каждой машине существует температурный режим работы конденсатора-испарителя, которому соответствует минимальное значение массогабаритных характеристик компрессоров

НТБОНХТ

(в первой машине $\sum \mathbf{V_h} = 0{,}0037\,м^3/с$, во второй машине $\sum \mathbf{V_h} = 0{,}0019\,м^3/с$). При этом каскадная машина с R744/R23 обладает значениями массогабаритных характеристик в 1.97 раз меньше, чем каскадная машина с R507a/R23. При реализации проекта вторая машина может иметь преимущества.

4. Заключение

Конструктивная компоновка машины в рефконтейнере представлена на рисунке 6.

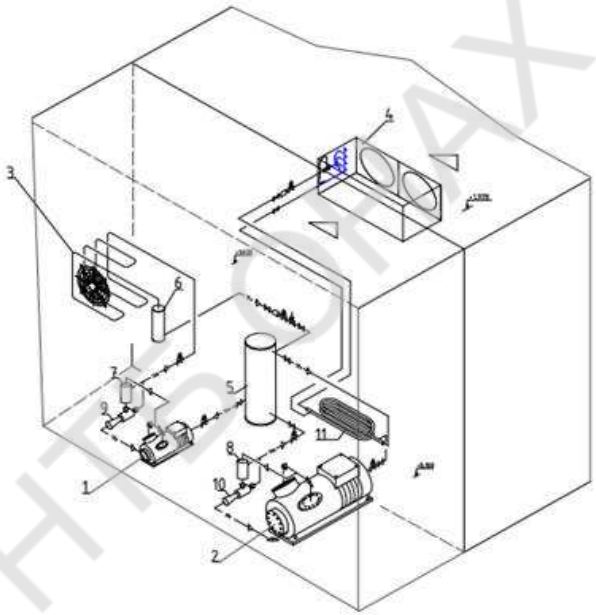


Рис. 6. Конструктивная схема размещения каскадной холодильной машины в рефконтейнере: 1-компрессор верхнего каскада; 2- компрессор нижнего каскада; 3- конденсатор; 4-воздухоохладитель; 5- конденсатор-испаритель; 6- линейный ресивер; 7-фильтр-осушитель ВК; 8- фильтр-осушитель НК; 9-инжетор для возврата масла в компрессор ВК; 10- инжектор для возврата масла в компрессор НК; 11- РТО НК

Каскадная машина укомплектована полугерметичными поршневыми компрессорами – 1, 2, воздушным конденсатором – 3 и воздухоохладите-

лем – 4, конденсатором-испарителем – 5, вспомогательным оборудованиями: маслоотделителями – 7, 8, фильтрами-осушителями, регенеративным теплообменником в нижнем каскаде, линейным ресивером в верхнем каскаде.

В машине серийным оборудованием являются приборы автоматики и компрессор, все остальное оборудование не стандартное и сконструировано таким образом, чтобы вся машина разместилась в пределах габарита контейнера.

Машина полностью автоматизирована. Контроль и регулирования режима внутри контейнера осуществляется компьютерной системой через спутниковую связь. Датчик слежения температуры продукта представляет собой температурный зонд, установленный в сверлениях головы тунца на глубине 150 мм. Рефконтейнер имеет свой автономный источник питания и также может подключаться к судовой электростанции.

Список использованной литературы

1. Bitzer Kühlmas chinenbau GmbH. [Электроннный ресурс] / Обзор хладагентов. – 2004 – № 13.A - 501-13. – С. 36. – Режим доступа: http://ykaxolod.com.ua/file/Обзор%20хладагентов%20%20их%20взаимозаменяемость.pdf.

2. Bhattacharyya, S. Optimization of a CO2-C3H8 Cascade System for Refrigeration and Heating [Text] / S. Bhattacharyya, A. Kumar, R. K. Khurana, J. Sarkat // International Journal of Refrigeration. – 2005. – Vol. 28, Issue 8. – P. 1284–1292.

3. Мааке В. Учебник по холодильной технике: пер. с фр. / В. Мааке, Г.Ю. Эккерт, Ж.Л. Кошпен. – МГУ: 1988. – 1142 с.

4. Морозюк, Т. В. Теория холодильных машин и тепловых насосов [Текст] /Т. В. Морозюк. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 712 с.

РЕПОЗИТАРИЙ

A NOVEL TWO-STAGE EJECTOR REFRIGERATOR WITH MIXED REFRIGERANTS

Author – Xuehui Wang, Yifan Zhou, Yini Pan, Guangming Chen
Supervisor – Wang Xuehui
Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University

The energy consumption is ramping up in recent decades. Therefore, it was very important to recover and utilize the low-grade energy, such as the solar energy, the geothermal energy and low-temperature waste heat discharged to the environment. The ejector system has a good prospect in this area due to its obvious advantages :simple structure, without moving part and available for heat sources in different temperature levels, as well as long life-span. Nevertheless, the coefficient of performance of the ejector system is relatively low, so the technology to optimize the ejector refrigeration cycle has been hot topics. In this report, a novel two-stage ejector system with mixed refrigerants was proposed to improve the efficiency of the ejector system. A separator was used to divide the working fluid to high boiling point fluid and low boiling point fluid. The performance of the new system was calculated and compared with other ejector systems. It was suggested that the novel system had a higher COP than other ejector refrigeration systems. Furthermore, it could operate at a higher condensation temperature. When the condensation temperature continued to rise above 50℃, the new system could still be reliable and the COP was about 0.1

1. Introduction

With the rapiddevelopmentof the modern society, increasing of the population and improving living standardshavecaused a great demand of the energy [1-3], although the extent of this growth is offset by acceleratinggains in energy efficiency. According to the predicting of the BPenergy outlook, the liquid fuelconsumption of the world will beyond 100Mb/d by 2035 [4]. As a result, the production of manypetroleum exporting countiesare ramping upsharply.Nevertheless, there area lot of low-grade energy beingdischarged to the surroundings directly, and it is a greatwaste of energy. Generally, the low-grade energy concerns about solar energy, geothermal energy and low-temperature waste heat exist in the industrial world extensively [5, 6]. People have realized that exploitingthe low-grade energy is very important to achievea sustainable developmentsocietysomany regulations or the laws are introduced to lead

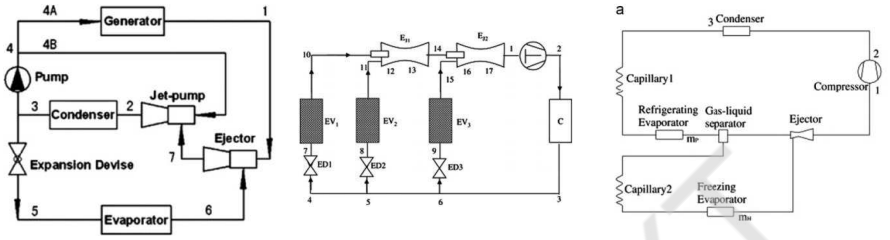
theway [7]. Most of the low-grade energy cannot be utilized by the conventional power machines efficiently [8]. In the refrigeration field, the ejector systems providea promising way of producing cooling effect or heat by recoveringwaste heat from industrial process and automobile or using renewable energy [9, 10], such as solar radiation and geothermal energy, which makes such systems particularly attractive in this energy-conscious era.

The ejector refrigeration system has been studied since the mid-1950s.The systemhas some apparent advantages, such as the simplicity in constructionor the structure, installation and maintenance [11-13]. Furthermore, the ejector system isa very good choicebecause it can use some environmental-friendly working fluidsconsideration thatmany serious environmental problems had been caused during the utilization of the energyin the past decades [14]. In this system, the most important componentis the ejector, which isa device that increases the pressure of one stream, designatedby secondary or entrained stream,and obtainsthe middle pressure mixed flow [15, 16]. Duringworking process there is no need to use either mechanicalequipmentor devices with moving parts. The parameter that characterizes the ejector performance is the "entrainment ratio",and it is defined by the mass ratio between the secondary fluidand the primary fluid [17]. Due to relatively low coefficient of performance (COP)for the conventional ejector systems, many novelejector systemswereproposed to improve the efficiency.Yu *et al*. [18] improved the ejector system by introducing a liquid-vapor jet pumpbetween the condenser and the ejector, as shownin Fig.1 (a). It was believed the new system wouldincrease the entrained ratio by decreasingthe backpressure of the ejector. Kairouani*et al*. [19] proposed a new ejector refrigeration cyclewithmulti-evaporatoroperating in different pressure and temperature levels,as shown in Fig.1 (b).Others researchers combined the ejector system with other kind of refrigeration systems, such as the compression refrigeration systemsand the absorptionrefrigeration systems. Liu *et al.*[20] proposed a new cycle that coupled the compression refrigeration cycle and ejector refrigeration cycle,as shownin Fig.1(c). The energy consumption analysis revealedthat the energy consumption was reduced. Yu*etal*[21] presented a new autocascade refrigeration cycle with an ejector. The ejector was used to recover the heatand to increase the pressure of the compressorinlet.

From the above-mentioned contents,it could be found that the current improving method was attachingnew componentsor new cycleswith the ejector system.

However, the system may still work in a narrow temperature range, despite the potential improving of the efficiency. In some applicationarea, the tempera-

ture difference between the heat source and the evaporator could be very large, such as the storage of deep-sea fishesby the engine waste heat. Employing theseejector systems may be not suitable.



(a) **(b)** **(c)**

Fig.1. Some ejector refrigeration cycles proposed in the literatures.6

In this work, a novel two-stage ejector refrigerator with mixed refrigerants was proposed to improve the heat utilization efficiency, and to enlarge the temperature scopeof the ejector system.In the new system, both the mass flow rate and the heat loadweredecreased for each stage cycle, and thereforethe COP of the system increased.The new system has a good prospect using in the recovery of the wasteheat, as well as other low-grade energy.

2. The novel two-stage ejector system

2.1 Cycle description

The novel two-stage ejector refrigerator with mixed refrigerants was showed in Figure 2.It consisted of two sub-ejector systems,the low-pressure stage system and high-pressure stage system.The working fluidgenerated from the low-pressure stage generator and entrained the secondary flow coming from the evaporator in the low-pressure stage ejector. The mixed fluid was condensed by the low-pressure stage condenser, which connected a vapor-liquid separator.The fluid after the separator was divided into the vapor phase and the liquidphase.The liquid phase was pumped out of the separator at the bottom, and then flowedinto the low-pressure stage generator. After absorbingthe heat,it entered the low-pressure stage ejector as the primary fluid.The vapor phase was entrained by the high-pressure ejector.Part of the mixed fluid after the condenser in the high-pressurestage was throttled and enteredinto the low-pressure evaporator.

When the mixed working fluid was used in the system, the operating process was a little different. The high boiling point working fluid was absorbed by the low-pressure stage generator to become a high-pressure gas, and func-

tionedas the primary flow to entrain the low boiling point refrigerant coming from the evaporator. Afterwards, the mixed working fluid was condensed and separated in the low-pressure condenser and the separator. The liquid from the outlet of high-pressure condenser was divided into two ways. One of them was pumped by the high-pressure stage pump into the high-pressure stage generator, becoming a high-pressure vapor.

The other was throttled to the evaporator pressure.

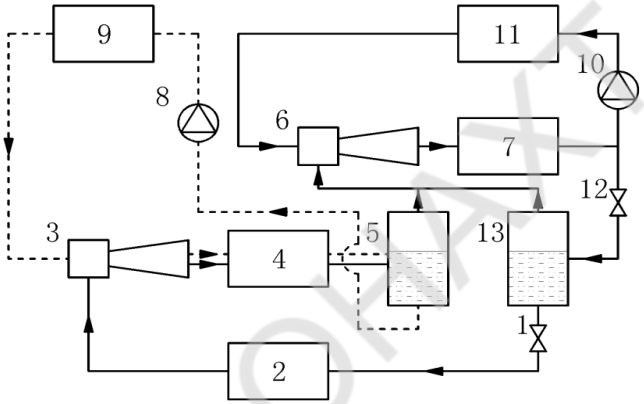


Fig. 2. The two-stage ejector system: 1,12. throttle; 2. evaporator; 3. low-pressure stage ejector; 4. low-pressure stage condenser; 5,13. gas-liquid separator; 6. high-pressure stage ejector; 7. high-pressure stage condenser; 8. low-pressure stage pump; 9. low-pressure stage generator; 10. high-pressure stage pump; 11. high-pressure stage generator

2.2 Refrigerants selection

The working fluid used in this system could be a non-azeotropicmixture of two or more refrigerants.In order to illustrate the advantages of this system, this paper chose R245fa as a high boiling point refrigerant and R600a as a low boiling point refrigerant.The coefficient of performance (COP) of the system was presented in the followingparts.

3. Themathematical modelfor the system

A mathematical model was developed to analyze the performance of new cycle. To simplify the model, some basic assumptions were made in this paper.

(1) The whole system workedin a steady state.

(2) Pressure drops and energyloss along the pipelines were neglected.

(3) The refrigerantsat the outletofcondenser, generatorsand evaporator wereinthe saturate state.

(4) The high boiling point refrigerant was completely condensed in condenser and the low boiling point refrigerant remained inthe vapor state.

(5) The vapor out of the separator is pure low boiling point refrigerant and the liquid out of the separator is pure high boiling point refrigerant.

(6) The enthalpy didn't change during the throttle process.

During the throttling process,according to the assumption 6, the enthalpy of the refrigerant could be evaluated by:

$$h_{1,in}=h_{1,out} \tag{1}$$

For the evaporator, the cooling capacity was calculated from the Eqs. (4) to (6)based onthe energy balance law:

$$m_{2,in}=m_{2,out} \tag{2}$$

$$m_{2,in}h_{2,in}+Q_E=m_{2,out}h_{2,out}\,(Q_E>0) \tag{3}$$

$$h_{2,in}=h_{1,out} \tag{4}$$

The refrigerant absorbed the heat from both generator of two stages, and the heat could be calculated by the enthalpy increase of the refrigerant, that is:

$$m_{9,in}h_{9,in}+Q_{LG}=m_{9,out}h_{9,out}\,(Q_{LG}>0) \tag{5}$$

$$m_{11,in}h_{11,in}+Q_{HG}=m_{11,out}h_{11,out}\,(Q_{HG}>0) \tag{6}$$

When the refrigerant mixed in the low-pressure ejector,the energy and the mass were conversation during the process,and they could be presented as:

$$m_{3,p}+m_{3,s}=m_{3,out} \tag{7}$$

$$m_{3,p}h_{3,p}+m_{3,s}h_{3,s}=m_{3,out}h_{3,out} \tag{8}$$

The heat load of the low-pressure condenser could be determinedby:

$$m_{4,in}h_{4,in}+Q_{LC}=m_{4,out}h_{4,out}\,(Q_{LC}<0) \tag{9}$$

Inthe separator, the mixed fluids were divided into high boiling point refrigerant and low boiling point refrigerant. The following equations were available:

$$m_{5,in}=m_{HBP}+m_{LBP} \tag{10}$$

$$m_{5,in}h_{5,in} = m_{HBP}h_{LBP} + m_{LBP}h_{LBP} \tag{11}$$

The governing equations of the high-pressure stage ejector could be obtained in the similar way:

$$m_{6,p} + m_{6,s} = m_{6,out} \tag{12}$$

$$m_{6,p}h_{6,p} + m_{6,s}h_{6,s} = m_{6,out}h_{6,out} \tag{13}$$

The energy balance equationwasgiven for the high-pressure stage condenser:

$$m_{7,in}h_{7,in} + Q_{HC} = m_{7,out}h_{7,out}\,(Q_{HC} < 0) \tag{14}$$

The refrigerant was pressurized by the pump, and some work was consumed during the process. Therefore, the pump work could be determined by for the low-pressure stage pumpand the high-pressure stage pump:

$$m_{8,in}h_{8,in} + W_{LP} = m_{8,out}h_{8,out}\,(W_{LP} > 0) \tag{15}$$

$$m_{10,in}h_{10,in} + W_{HP} = m_{10,out}h_{10,out}\,(W_{HP} > 0) \tag{16}$$

Consequently, the overall coefficient of performance (COP) of the system couldbe derived from above equations:

$$COP = \frac{Q_E}{Q_{LG} + Q_{HG} + W_{LP} + W_{HP}} \tag{17}$$

In Eqs.(18), the work of the pump was very small when compared with the heat loadsof the condensers. If the pump workwas neglected, then the equation above couldbe simplified as:

$$COP = \frac{Q_E}{Q_{LG} + Q_{HG}} \tag{18}$$

4. Analysis results and discussions

4.1 The effect of condensation temperature to the system performance

The COP of the new ejectorsystem wasshowedin Fig.3 when the evaporation temperature was 5℃and the high pressure stage generator and the low pressure stage generator were both 100℃. The condensationtemperature was the dew point temperature of the refrigerantsin the high pressure stage condenser or the low pressure stage condenser. It couldbe observed that with the

increase of the condensation temperature, the coefficient of performance of the system decreased continuously when kept theevaporation temperature and generation temperaturethe same. When the condensation temperature was above 50℃, the refrigerator still operatedreliably with a coefficient of performance around 0.1. In practical applications, when the condensationtemperature was higher than 50℃, the COP of other ejector refrigeration systems werevery lowand evenimpossible to work.

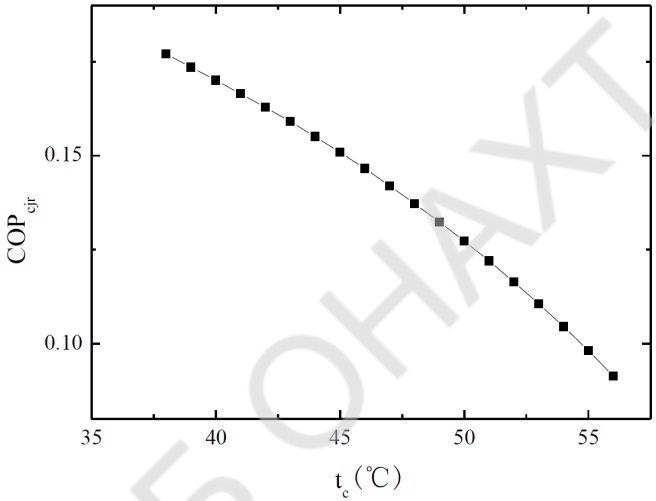


Fig. 3. The COP changed with condensation temperature

4.2 The comparison between new ejector system and single stage system

In order to compare the performance of two-stage ejector refrigeration system and single-stage ejector refrigeration system withdifferent condensation temperatures, the performance of the three systemswere calculated. As shown in Figure 4, both the COPsof three systems decreasedas the condensation temperature increased. When the condensation temperature was 38℃, the COP of the two-stage ejectorrefrigeration system was similar to that of the single-stage ejector refrigeration system using R245fa as the refrigerant, which was much larger than the single-stage ejector refrigeration system using R600a as the refrigerant. When the condensation temperature was higher than 50℃, the COP of the single-stage ejector refrigeration system using R245fa or R600a as the refrigerant is obviously reduced, while the COP reduction of the two-stage ejector refrigeration system with mixed refrigerants was relatively insignificant.

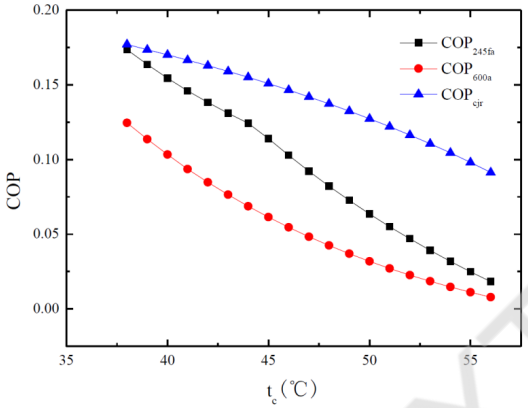


Fig. 4. The comparison between new ejector system and single stage system

4.3 The comparison between new ejector system and two-stage system

The comparison of the COP between the novel two-stage ejector refrigeration system with mixed refrigerants andthe two-stage ejector refrigeration system when the refrigerants were R600a andR245fa was showed in the Figure 5.It could be found that when the condensation temperature was below 40℃, the COP of the new systemwas less than that of two-stage ejector system used R600a. However, with the increase of condensation temperature, theperformance of the new system wasobviously better than the two-stage system with single refrigerant.

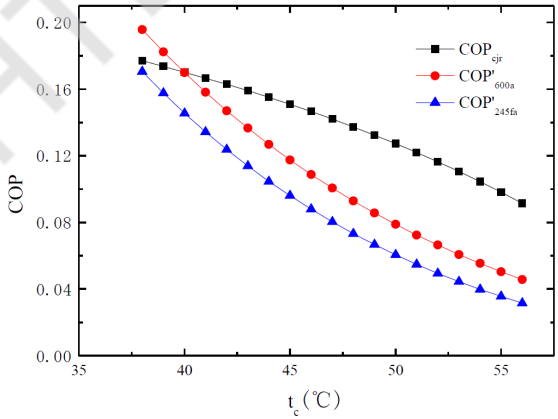


Fig. 5. The comparison between new ejector system and single stage system

In order to better illustrate the advantages of the new system, the relatively evaluation ratios of the COP for the new system were calculated and showed in Fig.6. From Fig.6, it was obvious that the overall COP of the system was significantly improved when using the proposed novel two-stage ejector refrigeration system with mixed refrigerants.

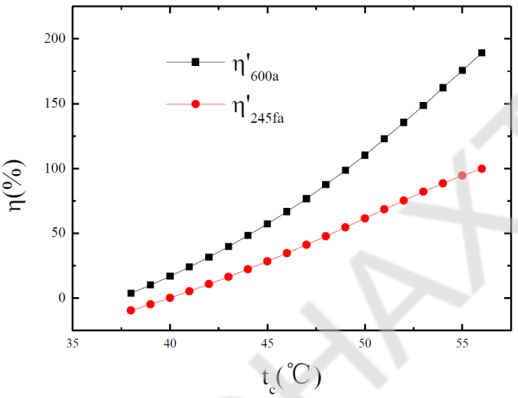


Fig.6. The evaluation ratios of the COP when compared with two-stage systems

5. Conclusions

In this paper, a novel two-stage ejector system with mixed refrigerant was proposed to improve the energy efficiency.A separator was used to divide the mixed refrigerant intolow boiling point components and high boiling components.This paper calculated and analyzed the COP of the systems in different conditions, and the main conclusions were:

1) It was suggested that the COPsof the two-stage ejector refrigeration system with mixed refrigerants were considerably higher than thoseof other ejector refrigeration systems under most calculation conditions.

2) When the condensation temperature of ejector refrigeration system was high, single-stage ejector refrigeration system was extremely inefficient and could not be practically used.In this working condition, the proposed two-stage ejector refrigeration system with mixed refrigerants couldwork normally. When the condensation temperature continued to rise above 50℃, the new system could still be reliable and the COP was about 0.1.

To sum up, the new systemhadvery good prospect to recover the waste-heat. Itcouldbedrivenby a heat source with two different temperaturelevels.

Besides, it couldbe operated at a higher condensation temperature, and hada higher COP than other ejector refrigeration systems.

References

1. Nejat P, Jomehzadeh F, Taheri M M et al. A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries)[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015,43:843-862.

2. Zhao G Y, Liu Z Y, He Y et al. Energy consumption in machining: Classification, prediction, and reduction strategy[J]. Energy, 2017,133:142-157.

3. Pablo M P, Pozo B R, Yñiguez R. Global changes in residential energy consumption[J]. Energy Policy, 2017,101: 342-352.

4. Economics B E. BP energy Outlook 2018[Z]. 2018.

5. Xue B, Cai W, Wang X. State-space modelling for the ejector-based refrigeration system driven by low grade energy[J]. Applied Thermal Engineering, 2015,75:430-444.

6. Vall S, Castell A. Radiative cooling as low-grade energy source: A literature review[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017,77:803-820.

7. Xu X, Li Y, Yang S et al. A review of fishing vessel refrigeration systems driven by exhaust heat from engines[J]. Applied Energy, 2017,203:657-676.

8. García D, Valle J, Sáiz JM, Castro R F et al. A one dimensional model for the determination of an ejector entrainment ratio[J]. International Journal of Refrigeration, 2012,35(4):772-784.

9. Huang B J, Chang J M, Wang C P et al. A 1-D analysis of ejector performance[J]. International Journal of Refrigeration, 1999,22: 354-364.

10. Chen J, Jarall S, Havtun H et al. A review on versatile ejector applications in refrigeration systems [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015,49:67-90.

11. Besagni G, Mereu R, Inzoli F. Ejector refrigeration: A comprehensive review[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016,53:373-407.

12. He S, Li Y, Wang R Z. Progress of mathematical modeling on ejectors[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2009,13(8):1760-1780.

13. Elbel S, Lawrence N. Review of recent developments in advanced ejector technology[J]. International Journal of Refrigeration, 2016,62:1-18.

14. Milazzo A, Mazzelli F. Future perspectives in ejector refrigeration[J]. Applied Thermal Engineering, 2017,121:344-350.

15. Yapıcı R, Ersoy H K, Aktoprakoğlu A et al. Experimental determination of the optimum performance of ejector refrigeration system depending on ejector area ratio[J]. International Journal of Refrigeration, 2008,31(7):1183-1189.

16. Alexis G K, Katsanis J S. Performance characteristics of a methanol ejector refrigeration unit[J]. Energy Conversion and Management, 2004,45(17):2729-2744.

17. Zheng B, Weng Y W. A combined power and ejector refrigeration cycle for low temperature heat sources[J]. Solar Energy, 2010,84(5):784-791.

18. Yu J, Chen H, Ren Y et al. A new ejector refrigeration system with an additional jet pump[J]. Applied Thermal Engineering, 2006,26(2-3):312-319.

19. Kairouani L, Elakhdar M, Nehdi E et al. Use of ejectors in a multi-evaporator refrigeration system for performance enhancement [J]. International Journal of Refrigeration, 2009,32(6):1173-1185.

20. Liu Y, Xin T, Cao L et al. Compression-injection hybrid refrigeration cycles in household refrigerators[J]. Applied Thermal Engineering, 2010,30(16):2442-2447.

21. Yu J, Zhao H, Li Y. Application of an ejector in autocascade refrigeration cycle for the performance improvement[J]. International Journal of Refrigeration, 2008,31(2):279-286.

НТБ ОНАХТ

USE OF COOLING POTENTIAL ABSORBTION-ELECTRIC REFRIGERATING MACHINE

Author – Bohza L., Bodu D.
Supervisor – Radchenko A.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The purpose of the research is the development of a cooling system at the entrance of the GTA by transforming the heat of exhaust gases with a booster degree of pre-cooling due to the cooling capacity of the absorption-ejector refrigerating machine, which is discharged at reduced thermal loads (external air temperatures), which provides reduction of the installed refrigeration capacity of the thermoformer – heat-using refrigeration machine – HRM) and, accordingly, capital expenditures.

For the first time, methods have been developed for cooling the air at the inlet of the GTU by heat-using refrigeration machines (HRM) – thermoformers – using the cooling capacity of the thermoformer, which is released at reduced thermal loads (external air temperatures), in the booster stage of the pre-cooling, which provides reduction of the installed refrigerating capacity of HRM and, respectively, capital expenditures.

For the first time, air cooling systems at the inlet of the GTA in HRM were developed using the excess cooling capacity of the transformer in the booster stage of the air cooler, which provides a reduction in the installed refrigerating capacity of the HRM and, accordingly, capital costs. Natural tests of the booster air cooler were conducted to obtain data to determine its thermal load in accordance with the temperature of the outside air.

ВИКОРИСТАННЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АБСОРБЦІЙНО-ЕЖЕКТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Автор – Богза Л. Л., Боду Д.Ж.
Керівник – Радченко А.М.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Вступ

Ефективність теплових двигунів, зокрема газотурбінних (ГТД), залежить від температури повітря на вході $t_{нв}$ і з її підвищенням суттєво погіршується: питома витрата палива b_e зростає, а ефективна потужність N_e зменшується. То ж з метою зниження температури повітря на вході ГТД доцільно трансформувати в холод теплоту відпрацьованих газів. Глибина охолодження повітря на вході ГТУ термотрансформаторами залежить від температури отриманого в них холодоносія $t_х$, що подається в повітроохолоджувачі (ПО) на вході ГТУ. Так, в абсорбційних бромистолітієвих термотрансформаторах (АБТТ) – абсорбційних бромистолітієвих холодильних машинах (АБХМ), можливе охолодження повітря до $t_{в2}$ = 15…20 ºС (температура холодної води $t_х$ = 7…10 ºС), яка для умов помірного клімату, характерного для України, недостатньо низька, щоб забезпечити високий коефіцієнт використання АБХМ. Застосування в термотрансформаторах, зокрема ежекторного типу (ЕТТ), низькокиплячих робочих тіл (НРТ) – хладонів – дозволяє охолоджувати повітря в ПО до більш низьких температур $t_{в2}$ = 7…10 ºС і нижче, що забезпечувало б додаткове скорочення питомої витрати палива при помірних температурах зовнішнього повітря на вході ГТУ $t_{нв}$ = 15…20 ºС. Однак ефективність трансформації теплоти в ЕТТ невисока порівняно з АБТТ: тепловий коефіцієнт ЕТТ ζ = 0,2…0,3 проти ζ = 0,7…0,8 для АБТТ, що потребує в 2–3 рази більших витрат теплоти (тепловий коефіцієнт $\zeta = Q_0 / Q_г$ – відношення отриманої холодопродуктивності Q_0 до витрат теплоти гарячого теплоносія-води $Q_г$).

Очевидно, що використання охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, що вивільняється при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря), у бустерному ступені попереднього охолодження, забезпечувало б скорочення встановленої холодильної потужності ТХМ і, відповідно, капітальних витрат. Це потребує розробки принципово нових способів охолодження повітря на вході ГТУ та відповідних схем систем охолодження.

Тому розробка систем охолодження повітря на вході трансформацією теплоти відпрацьованих газів з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок потенціалу охолодження термотрансформатора, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря), є актуальною науково-прикладною задачею.

Підвищенню ефективності ГТУ присвячені роботи М.О. Дикого, Б.Д. Білеки, В.М. Клименка, Н.М. Фіалки, В.І. Романова, С.В. Епіфа-

нова, І.І. Петухова, J.N. Bortmany, M. Nixdorf, M. Chaker, R. Bhargava, C.B. Meher-Homji, S. Campanary, R. Yokoyama та інших відомих вчених.

Проте питання визначення параметрів ПО і термотрансформаторів, зокрема температури холодоносія та охолодженого повітря, встановленої холодильної потужності (проектного теплового навантаження і, відповідно, площі поверхні ПО), від яких залежать, з одного боку, глибина охолодження й отримуваний ефект, а з іншого, – витрати потужності ГТУ (відповідно, й палива) на подолання аеродинамічного опору ПО, що особливо актуально для експлуатації ГТУ при помірних температурах зовнішнього повітря, характерних для кліматичних умов України, та скорочення теплового навантаження на ПО, потребує принципово нових підходів і методики проектування ПО комбінованого типу з бустерним ступенем попереднього охолодження, високотемпературним ступенем (водяного охолодження повітря) попередньої тепловологісної обробки повітря та хладоновим низькотемпературним ступенем охолодження лишаються невирішеними. Вирішення цих питань забезпечувало б суттєве скорочення споживання палива і стабільну ефективну експлуатацію ГТУ упродовж року, сприяло широкому застосуванню охолодження повітря на вході ГТУ в кліматичних умовах України.

Науково-прикладною задачею, що вирішується в роботі, є розробка системи охолодження повітря на вході ГТУ трансформацією теплоти відпрацьованих газів з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря), що забезпечує скорочення встановленої холодильної потужності термотрансформатора (тепловикористовуючої холодильної машини – ТХМ) і, відповідно, капітальних витрат.

Об'єктом дослідження є процеси охолодження повітря на вході ГТУ трансформацією скидної теплоти у тепловикористовуючих холодильних машинах (ТХМ).

Предметом дослідження є параметри і процеси охолодження повітря на вході ГТУ трансформацією скидної теплоти у ТХМ з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря).

Метою роботи є розробка системи охолодження повітря на вході ГТУ трансформацією теплоти відпрацьованих газів з бустерним ступе-

нем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря), що забезпечує скорочення встановленої холодильної потужності термотрансформатора (тепловикористовуючої холодильної машини – ТХМ) і, відповідно, капітальних витрат, або ж скорочення споживання палива та збільшення потужності ГТУ при одній і тій же встановленій холодильній потужності термотрансформатора.

Основні задачі дослідження:

– проаналізувати вплив температури зовнішнього повітря на вході на паливну ефективність та потужність ГТУ КС та виявити резерви їх підвищення при експлуатації в кліматичних умовах Україні шляхом охолодження повітря трансформацією в холод теплоти відхідних ГТУ;

– розробити систему охолодження повітря на вході ГТУ КС трансформацією теплоти відпрацьованих газів з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря);

– розробити алгоритм та методику розрахунку характеристик ТХМ і параметрів процесів охолодження повітря на вході ГТУ в ТХМ та охолоджувального потенціалу ТХМ, що дозволяє враховувати зміну теплового навантаження на ступені охолодження відповідно до поточних кліматичних умов експлуатації та проектувати повітроохолоджувачі з мінімальною встановленою потужністю;

– визначити раціональні параметри процесів охолодження повітря на вході ГТУ з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря), які забезпечують скорочення питомої витрати палива ГТУ в кліматичних умовах експлуатації в Україні;

– провести натурні випробування бустерного повітроохолоджувача з метою отримання даних для визначення його теплового навантаження відповідно до температури зовнішнього повітря;

– реалізувати наукові результати роботи при розробці схемотехнічних рішень та рекомендацій з проектування та модернізації систем охолодження повітря на вході ГТУ компресорних станцій (на прикладі Південно-Бузької компресорної станції в м. Південно-Українськ Миколаївської обл.).

Методи дослідження. Використано фізичний та математичний методи дослідження. Раціональні параметри системи трансформації скидної теплоти ГТУ в холод обчислювалися за розробленою програмою розрахунку характеристик повітроохолоджувачів, адекватність результатів якої підтверджено даними натурних випробувань.

Основні наукові результати та їхня новизна:

1. Запропоновано принципово новий підхід до охолодження повітря на вході ГТУ трансформацією теплоти відпрацьованих газів з бустерним ступенем попереднього охолодження, який забезпечує використання охолоджувального потенціалу термотрансформатора, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря), завдяки чому – скорочення встановленої холодильної потужності термотрансформатора (тепловикористовуючої холодильної машини – ТХМ) на 25…30 % і, відповідно, капітальних витрат, або ж скорочення споживання палива та збільшення потужності ГТУ при одній і тій же встановленій холодильній потужності термотрансформатора.

2. Вперше розроблено системи охолодження повітря на вході ГТУ трансформацією теплоти відпрацьованих газів з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря).

3. Розроблено алгоритм та методику розрахунку характеристик ТХМ і параметрів процесів охолодження повітря на вході ГТУ в ТХМ та охолоджувального потенціалу ТХМ, що дозволяє враховувати зміну теплового навантаження на ступені охолодження відповідно до поточних кліматичних умов експлуатації та проектувати повітроохолоджувачі з мінімальною встановленою потужністю.

4. Визначено раціональні параметри процесів охолодження повітря на вході ГТУ з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, які забезпечують скорочення питомої витрати палива ГТУ в кліматичних умовах півдня Україні на 7…10 г/(кВт/год).

5. Проведено натурні випробування бустерного повітроохолоджувача в широкому діапазоні теплових навантажень відповідно до температури зовнішнього повітря.

6. Наукові результати роботи реалізовано при розробці схемотехнічних рішень та рекомендацій з проектування та модернізації систем охолодження повітря на вході ГТУ компресорних станцій (на прикладі

РЕФЕРАТ

Південно-Бузької компресорної станції в м. Південно-Українськ Миколаївської обл.).

Достовірність результатів дослідження забезпечена коректною постановкою науково-прикладної задачі, задовільним узгодженням розрахункових значень теплових навантажень повітроохолоджувачів з даними натурних випробувань, позитивними результатами порівняльного аналізу запропонованих та існуючих технічних рішень.

Основні результати роботи у вигляді методики розрахунку характеристик, схемо-технічних рішень і рекомендацій з проектування систем охолодження і трансформації теплоти використано в держбюджетній темі № 0115U000300 "Науково-технічні основи тригенераційних полінарних технологій на низькокиплячих робочих тілах для двигунів і енергетичних установок", а також в лекційному курсі "Тригенераційні технології", при курсовому та дипломному проектуванні в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.

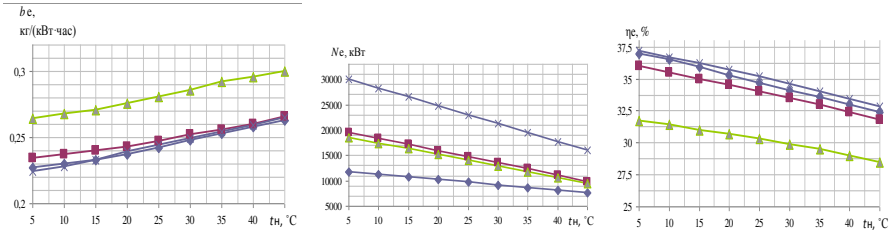
Конкретна особиста участь авторів полягає у виконанні розрахунків поточних параметрів і визначенні раціональних параметрів систем трансформації скидної теплоти ГТД з бустерним охолодженням повітря на вході, а також параметрів повітроохолоджувачів за даними їх натурних випробувань.

Розділ 1. Обґрунтування напряму підвищення ефективності ГТУ охолодженням повітря на вході

1.1. Аналіз способів підвищення ефективності ГТУ

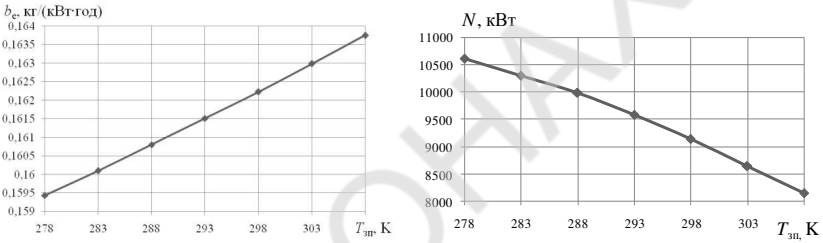
Про зростання питомої витрати палива b_e та зменшення потужності N_e з підвищенням температури повітря на вході $t_н$ можна судити з кліматичних характеристик ГТУ виробництва ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект" на рис. 1.1.

Залежності питомої витрати палива b_e, потужності N_e і ККД η_e від температури зовнішнього повітря на вході $T_{зп}$ для ГТУ регенеративного типу газотурбокомпресора ГТК-10-4 Південно-Бузької компресорної станції (м. Південно-Українськ, Миколаївська обл.) в абсолютних b_e, N_e, η_e та відносних $N_e = N_e / N_{ISO}$ (N_{ISO} при 15°С) величинах подано на рис. 1.2.



а *б* *в*

Рис. 1.1. Залежності питомої витрати палива b_e (*а*), потужності N_e (*б*) і ККД η_e (*в*) ГТУ виробництва ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект" від температури повітря на вході $t_н$: ♦ – UGT 10000; ■ – UGT 15000; ▲ – UGT 16000; × – UGT 25000

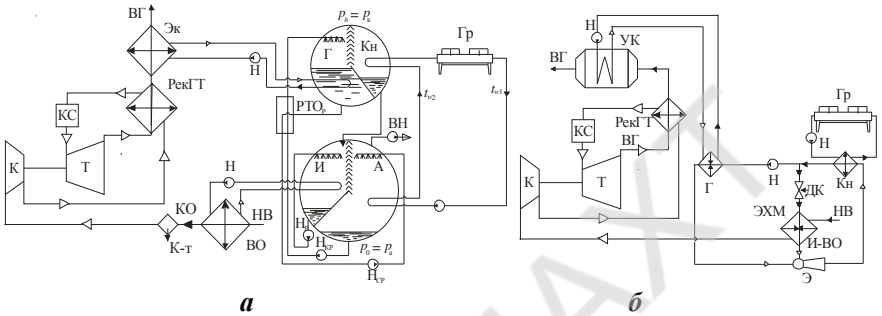


а *б*

Рис. 1.2. Залежності питомої витрати палива b_e (*а*) і потужності N_e (*б*) в залежності від температури повітря на вході $T_{зп}$ для ГТУ регенеративного типу газотурбокомпресора ГТК-10-4 Південно-Бузької компресорної станції (м. Південно-Український, Миколаївська обл.)

Як видно, при підвищенні температури повітря на вході $t_н$ на 1 °С питома витрата палива b_e зростає на 0,7…0,8 г/(кВт·год), а потужність ГТУ N_e зменшується на 0,8…1,2 %, що свідчить про необхідність охолодження повітря на вході ГТУ. Найбільшого поширення набуло охолодження повітря на вході ГТУ абсорбційними бромистолітієвими холодильними машинами (АБХМ), що використовують теплоту відпрацьованих газів (рис. 1.3,***а***). При цьому в повітроохолоджувач на вході ГТУ подають отриману в АБХМ холодну воду з температурою $t_х$ = 7…10 °С. Конструктивно найбільш простими, а відтак і найбільш надійними в експлуатації є ежекторні холодильні машини (ЕХМ), в яких функцію компресора виконує струменевий апарат – ежектор (рис. 1.3,***б***). При цьому мають місце температури: $t_{уг1}$ = 250 ºС і $t_{уг2}$ = 100…120 ºС –відхідних газів на вході та

виході економайзера-нагревача води; $t_{гв1}$ = 90 ºС і $t_{гв2}$ = 75 ºС – гарячої води (теплоносіля) на вході та виході з АБХМ; $t_{х1}$ = 7 ºС і $t_{х2}$ = 12 ºС – холодної води (холодоносія) на виході з випарника (охолодженої) та вході у випарник АБХМ; t_{w1} і t_{w2} – води системи оборотного охолодження конденсатора (Кн) і абсорбера (А) АБХМ на вході та виході з АБХМ



а *б*

Рис. 1.3. Схеми систем трансформації теплоти випускних газів ГТУ в АБХМ з охолодженням повітря на вході у водяному повітроохолоджувачі до температури $t_{в2}$ = 15…20 °С (*а*) та в хладоновому випарнику-повітроохолоджувачі до $t_{в2}$ = 7…10 °С з ЕХМ (*б*)

К – компресор; Т – турбіна; КС – камера згоряння; РекГТ – рекуперативний теплообмінник нагріву стисненого повітря відхідними газами; Эк – економайзер нагріву води, він же УК – водогрійний утилізаційний котел; ВО – повітроохолоджувач; КО – краплвідокремлювач; К-т – конденсат; Н – насос; Гр – градирня; НВ – повітря на вході; АБХМ: Г – генератор (десорбер); Кн – конденсатор; А – абсорбер; И – випарник-охолоджувач холодоносія; РТО$_р$ – регенеративний теплообмінник розчинів; Н$_{ср}$ – насос слабкого розчину; Н$_{мр}$ – насос міцного розчину; Н$_р$ – рециркуляційний водяной насос; ВН – вакуумний насос; Гр – градирня; ЕХМ: И-ВО – випарник-повітроохолоджувач; Э – ежектор; ДК – дросельний клапан; Кн – конденсатор хладону Н – насос; Г – генератор пароподібного хладону

1.2. Обґрунтування гіпотез і напряму підвищення ефективності ГТД охолодженням повітря на вході. Постановка мети та задач дослідження

Особливістю експлуатації систем охолодження повітря на вході ГТУ в умовах помірного клімату, характерного для України, є те, що глибоке охолодження повітря на вході ГТУ до температур $t_{в2}$ = 7…10 ºС і нижче в повітроохолоджувачах на низькокиплячих робочих тілах (НРТ) – хладо-

нах –забезпечувало б додаткове суттєве скорочення питомої витрати палива навіть при помірних температурах зовнішнього повітря $t_{нв}$ = 15…20 ºС, які мають місце у міжсезоння та нічні–ранкові часи літніх місяців.

Звідси гіпотеза 1: в умовах помірного клімату України доцільним є глибоке охолодження повітря на вході ГТУ до температур $t_{в2}$ = 7…10 ºС і нижче, можливе лише в повітроохолоджувачах на низькокиплячих робочих тілах (НРТ) – хладонах.

В умовах обмежених обсягів наявної теплоти відпрацьованих газів в існуючих системах утилізації ГТУ компресорних станцій (КС), обладнаних утилізаційними котлами (УК)-економайзерами, що використовують теплоту відпрацьованих газів ГТУ для нагріву води до температури близько 90 ºС для теплофікаційних потреб самих КС (ГТУ когенераційного типу) (рис. 1.4), а також через обмежений тепловий потенціал відпрацьованих газів регенеративних ГТУ з відносно невисокою температурою газів ($t_{уг}$ = 250…260 °С) застосування існуючих способів трансформації тепла в холод (окремо в хладонових ЕХМ або АБХМ) глибоке охолодження повітря на вході ГТУ до температур $t_{в2}$ = 10 ºС і нижче вельми проблематичне.



а *б* *в*

Рис. 1.4. Водогрійні утилізаційні котли – економайзери в газовипускному тракті ГТУ ГТК-10-4 на Південно-Бузькій компресорній станції (м. Південно-Українськ, Миколаївська обл.): *а* – загальний вигляд; *б* – трубчасті секції котла; *в* – впускний тракт забору зовнішнього повітря та газовипускні труби газотурбокомпресора ГТК-10-4

Гіпотеза 2: Глибоке охолодження повітря на вході ГТУ КС можливе за умови застосування термотрансформаторів комбінованого абсорбційно-

ежекторного типу, що поєднують високу ефективність трансформації теплоти в холод в АБХМ (ζ = 0,7…0,8) з глибоким охолодженням повітря в менш ефективних ЕХМ (ζ = 0,2…0,3).

Зміна поточних тепловологісних параметрів (температури $t_{нв}$ і відносної вологості $\varphi_{нв}$) зовнішнього повітря характеризується тим, що при підвищених температурах $t_{нв}$ зовнішнього повітря, наприклад опівдні, його відносна вологість $\varphi_{нв}$, навпаки, низька ($\varphi_{нв}$ = 40…50 % на рис. 1.5), що в свою чергу зумовлює недостатньо високу інтенсивність тепловіддачі від повітря до зовнішньої трубчато-пластинчастої поверхні повітроохолоджувачів, отримавших найбільш поширене застосування, коли має місце теплообмін в "сухому" режимі через термічний опір у міжреберних каналах, и передусім у місцях контакту ребер з трубками.

Звідси гіпотеза 3: підвищення ефективності охолодження повітря на вході ГТУ із застосуванням хладонових ПО можливе його попередньою тепловологісною обробкою в високотемпературному ступені водяного охолодження, який забезпечує підвищення вологості повітря та інтенсивний теплообмін у мокрому режимі – з вологовипадінням і змоченою конденсатом зовнішньою ребристою поверхнею хладонового низькотемпературного ступеня охолодження при підвищеній температурі $t_{нв}$ та зниженій вологості $\varphi_{нв}$ зовнішнього повітря.

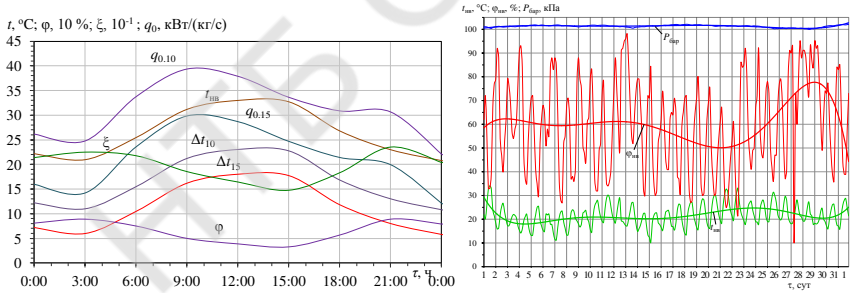


Рис. 1.5. Зміна температури $t_{нв}$, відносної вологості φ та барометричного тиску $P_{бар}$ зовнішнього повітря, зниження температури повітря на вході ГТУ Δt_{10} – від $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 °С (в ЕХМ) і Δt_{15} – від $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 15 °С (в АБХМ), питомих витрат холодопродуктивності (питомих теплових навантажень на ТХМ) q_0 на охолодження зовнішнього повітря на вході ГТУ від $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 15 °С в АБХМ $q_{0.15}$ і від $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 °С в ЕХМ $q_{0.10}$ протягом 20.07.2017 р. та липня 2017 р. (Південно-Бузька КС, м. Південно-Українськ, Миколаївська обл.)

Наслідком зміни температури $t_{нв}$ і відносної вологості φ зовнішнього повітря є коливання теплового навантаження на термотрансформатори q_0 , що ускладнює вибір його розрахункової (проектної) величини, яка забезпечувала б отримання максимального упродовж року ефекту від охолодження повітря на вході ГТУ.

Гіпотеза 4: вибір теплового навантаження повітроохолоджувачів комбінованого типу охолодження має здійснюватись з урахуванням його зменшення на високотемпературний ступінь водяного охолодження $ПО_{ВТ}$ за можливості його зменшення та заміщення зменшеної частини бустерним повітроохолоджувачем, під час теплонапружених годин, який працює за рахунок резерву холодопродуктивності, що виник при знижених теплових навантаженнях, з метою зменшення проектного теплового навантаження та холодопродуктивності ТХМ, відповідно і їх вартості.

Сформульовано мету й задачі дослідження, подані у вступі.

Розділ 2. Експериментальне дослідження бустерного ступеня двоступеневого повітроохолоджувача абсорбційно-ежекторної холодильної машини (АЕХМ)

2.1. Експериментальна установка та прилади вимірювання параметрів бустерного водяного охолоджувача повітря двоступеневого повітроохолоджувача.

Експериментальні дослідження бустерного ступеня водяного охолодження повітря проведено в теплотехнічній лабораторії ПАО "Завод "Екватор". Загальний вигляд експериментальної установки та бустерний охолоджувач повітря водяний типу ОПВМ показані на рис. 2.1.



а ***б***

Рис. 2.1. Загальний вигляд експериментальної установки (*а*) та бустерний охолоджувач повітря водяний типу ОПВМ (*б*)

Дослідження проведене з метою встановлення залежності теплових і аеродинамічних характеристик бустерного повітроохолоджувача (ПО) від поточних параметрів повітря та охолоджувальної води для визначення теплового навантаження водяного і хладонового ступенів ПО на вході ГТУ та кліматичних умов, за яких доцільний перехід з охолодження абсорбційно-ежекторною холодильною машиною (АЕХМ) на охолодження в хладоновому низькотемпературному ступені.

Теплове навантаження на ПО регулювалось зміною витрати $G_{в}$ та температури повітря на вході $t_{в1}$, а також витрати G_{w} та температури води на вході t_{w1} . При цьому ентальпія вологого повітря на вході та виході ПО визначалась за температурами по сухому та мокрому термометрах на вході $t_{в1}$ і $t_{м1}$ та виході $t_{в2}$ і $t_{м2}$.

Температуру охолоджувальної води вимірювали лабораторними термометрами з ціною поділу 0,1 °С. Витрату охолоджувальної води вимірювали ротаметром РМ-2,5, а витрату повітря визначали за допомогою вимірювального колектора, який являє собою насадку повного тиску. Параметри повітря на вході в ПО підтримувались шляхом його охолодження в розсільному охолоднику холодильної машини або нагріву термоелектричним нагрівачем в повітроводі на вході ПО. На сталому тепловому режимі установка працювала упродовж 15 хв. Вимірювання параметрів на кожному режимі проводилось три рази через кожні 5 хв. Потім показання осереднювались. В обробку приймались досліди з відхиленням теплових балансів по повітрю та воді, що не перевищували 10 %.

Перелік вимірюваних параметрів, контрольно-вимірювальних приладів і меж вимірювання, класів точності та похибки вимірювання подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Контрольно-вимірювальні прилади

Вимірювана величина	Засоби вимірювання	Межі вимірювань	Клас точності, похибка
1	2	3	4
Витрата повітря	Витратомір з мікроманометром РД 50-213-80	Понад 40 $м^3$/год	1,5%
Тиск повітря	Манометр чашковий, однотрубний, з нахиленою трубкою ММН-240	0…240 мм вод.ст.	1,0
Тиск холодоадагенту	Манометр зразковий МО	0…6 кгс/$см^2$	0,4

1	2	3	4
Температура	Термометр лабораторний нормальний ТЛ-4	–30…20 °С 0…55 °С 50…105 °С 100…155 °С 150…205 °С	±0,3 °С ±0,2 °С ±0,2 °С ±0,3 °С ±0,3 °С
Витрата охолод-жувальної води	Ротаметр РМ – VI РМ-2,5	До 40 м^3/ч До 3000 л/ч	±2,5 %
Напруга, сила струму, споживана потужність	Комплект приладів вимірювальний	0 – 600 В 0 – 100 А 0 – 60 кВт	±0,5 % ±0,5 % ±0,5 %

2.2. Оцінка похибки обчислення експериментальних даних

В табл. 2.2 наведені значення відносної похибки визначення питомого теплового навантаження при P = 0,68 и 0,9.

Таблиця 2.2 – Значення відносної похибки визначення питомого теплового навантаження

№ п/п	Теплове навантаження	Відносна похибка			№ п/п	Теплове навантаження	Відносна похибка		
		Систематична	Вірогідність				Систематична	Вірогідність	
			0,68	0,90				0,68	0,90
	q, Вт	$\Delta q/q$	$\Delta q/q$	$\Delta q/q$		q, Вт	$\Delta q/q$	$\Delta q/q$	$\Delta q/q$
1	6530	0,074	0,040	0,088	15	7590	0,062	0,034	0,074
2	9750	0,048	0,026	0,057	16	9170	0,052	0,028	0,061
3	11150	0,044	0,023	0,052	17	9450	0,051	0,028	0,061
4	13500	0,037	0,020	0,044	18	10010	0,048	0,026	0,057
5	7430	0,064	0,034	0,076	19	10370	0,046	0,025	0,055
6	10990	0,045	0,024	0,054	20	8980	0,055	0,030	0,066
7	11160	0,043	0,023	0,051	21	7210	0,064	0,034	0,076
8	11350	0,042	0,022	0,050	22	8300	0,028	0,015	0,033
9	11200	0,043	0,023	0,051	23	11240	0,043	0,023	0,051
10	7980	0,061	0,033	0,073	24	12180	0,040	0,022	0,048
11	10140	0,048	0,026	0,057	25	14590	0,034	0,018	0,040
12	10380	0,047	0,025	0,056	26	14180	0,035	0,019	0,042
13	10370	0,047	0,025	0,056	27	11980	0,040	0,022	0,048
14	10610	0,046	0,025	0,055	28	12490	0,039	0,021	0,046

НЕ ДЛЯ ОНАХТ

Як видно з табл. 2.2, максимальна, що відповідає суми систематичної похибки та довірчого інтервала Ст'юдента, величина похибки визначення теплового навантаження не перевищує 10 %.

Розділ 3. Використання охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини для підвищення ефективності ГТУ охолодженням повітря на вході

3.1. Система охолодження повітря на вході ГТУ абсорбційно-ежекторною холодильною машиною з використанням її охолоджувального потенціалу у бустерному повітроохолоджувачі

Запропонована схема системи охолодження повітря на вході ГТУ абсорбційно-ежекторною холодильною машиною (АЕХМ) з використанням надлишкового холоду холодильних машин у бустерному ступені $ПО_Б$ попереднього охолодження повітря, високотемпературним $ПО_{ВТ}$ ступенем охолодження холодною водою від АБХМ та низькотемпературним хладоновим ступенем $ПО_{НТ}$ глибокого охолодження повітря в ЕХМ наведена на рис. 3.1.

Застосування абсорбційно-ежекторного охолодження, яке поєднує високу ефективність трансформації теплоти в холод в АБХМ (до $t_{в2}$ = 15…20 ºС при ζ = 0,7…0,8) з глибоким охолодженням повітря до низької температури $t_{в2}$ = 7…10 ºС в менш ефективних ЕХМ (ζ = 0,2…0,3), забезпечує зменшення витрат теплоти $Q_г = Q_0/\zeta$, що особливо важливо в умовах обмеженого теплового потенціалу відпрацьованих газів ГТУ.

За базовий ПО прийнято повітроохолоджувач, який включає два ступені $ПО_{ВТ}$, в який підводиться холодна вода з температурою $t_х$ = 7 °С від АБХМ, і $ПО_{НТ}$, в якому використовується хладон від ЕХМ, при проектному тепловому навантаженні обох ступенів (холодопродуктивності АБХМ і ЕХМ) $Q_{0ВОпр}$ = 1360 кВт без використання резервного холоду. При цьому ступінь $ПО_{ВТ}$ підлягає зменшенню теплового навантаження за рахунок застосування бустерного ступеня попереднього охолодження повітря $ПО_Б$ з використанням резервного холоду від акумуляторів $АК_{ВТ}$ і $АК_{НТ}$. Розрахунки показали (рис. 3.2), що сумарна за 3 доби кількість надлишкового (резервного) холоду АБХМ та ЕХМ, який утворюється при знижених поточних теплових навантаженнях на базовий $ПО_{ВТ}$, становить приблизно 15,3 МВт·год, тоді як його дефіцит при високих теплових навантаженнях всього лише 2,5 МВт·год. Це свідчить про необхідність акумулювання резервного холоду і його використання при підвищених теплових навантаженнях у бустерному

ступені $ПО_Б$, за рахунок чого можна зменшити встановлену (проектну) холодопродуктивність АБХМ і відповідно вартість установки.

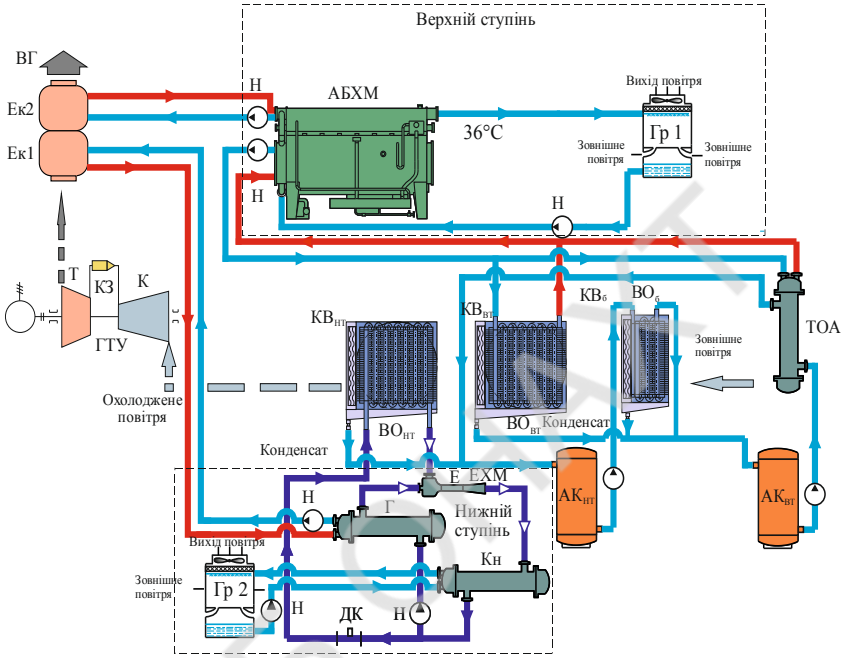


Рис. 3.1. Принципова схема запропонованої системи охолодження повітря на вході ГТУ з використанням резервного охолоджувального потенціалу АБХМ та ЕХМ у бустерному ступені повітроохолоджувача

К – компресор; Т – турбіна; КЗ – камера згоряння; Н – насос; ВГ – відхідні гази; Ек – економайзер нагріву води (теплоносія для АБХМ та ЕХМ); $ПО_Б$ – бустерний ступінь повітроохолоджувача (АК); $ПО_{ВТ}$ – високотемпературний ступінь повітроохолоджувача (АБХМ); $ПО_{НТ}$ – низькотемпературний ступінь повітроохолоджувача (ЕХМ); $АК_{НТ}$ – акумулятор конденсату й резервного холоду низькотемпературний; $АК_{ВТ}$ – акумулятор конденсату високотемпературний (для нагріву зворотної води до t_{w2} = 12 °С на вході АБХМ); ТОА – теплообмінний апарат; Е– ежектор; Г – генератор; Кн – конденсатор; ДК – дросельний клапан; Гр – градирня охолодження оборотної води ТХМ; КВ – краплевідокремлювач

З метою підтвердження цієї гіпотези було проведене моделювання процесів охолодження повітря: в $ПО_{ВТ}$, спроектованому на менше теплове навантаження $Q_{0.ВТ16пр}$ = 640 кВт, і бустерному ступені $ПО_{Б}$, який використовує холодну воду з акумулятора $АК_{НТ}$, охолоджену за рахунок резервного холоду, зі збереженням теплового навантаження на $ПО_{НТ}$, яке становить $Q_{0.НТ10пр}$ = 400 кВт (схема на рис. 3.1).

3.2. Оцінка скорочення споживання палива ГТУ з охолодженням повітря на вході абсорбційно-ежекторною холодильною машиною і використанням резервного холоду у бустерному повітроохолоджувачі

Результати розрахунків поточних теплових навантажень на високотемпературний ступінь $ПО_{ВТ}$ без використання резервного холоду $Q_{0.ВТ24}$ (проектні холодопродуктивність АБХМ і теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ $Q_{0.ВТ24пр}$ = 960 кВт), на $ПО_{ВТ}$ з використанням надлишкового холоду $Q_{0.ВТ16Ак}$ (проектні проектні теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ $Q_{0.ВТ16Ак.пр}$ = 640 кВт і бустерний $ПО_{Б}$ $Q_{0.б.пр}$ = 320 кВт), дефіциту холодопродуктивності у часи з підвищеним тепловим навантаженням на $ПО_{ВТ}$ $Q_{0.ВТ16д}$ без використання резервного холоду в $ПО_{Б}$ і $Q_{0.ВТ16Акд}$ з використанням резервного холоду в $ПО_{Б}$ та резерву холодопродуктивності в періоди зниженого теплового навантаження $Q_{0.ВТ16изб}$ і $Q_{0.ВТ16Ак.изб}$ відповідно для розрахунків без і з використанням надлишкового холоду, температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, повітря $t_{ВТ2}$ на виході $ПО_{ВТ}$, відносної вологості зовнішнього повітря $\varphi_{нв}$ та після $ПО_{ВТ}$ $\varphi_{ВТ2}$ наведені на рис. 3.2.

З результатів розрахунку, представлених на рис. 3.2, видно, що зменшена проектна холодопродуктивність не може забезпечити необхідне теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ в часи підвищених теплових навантажень. Однак у часи зменшених теплових навантажень прослідковується наявність резерву холодопродуктивності, яку можна акумулювати для подальшого використання в часи підвищених теплових навантажень.

Результати розрахунків поточних теплових навантажень $Q_{0.НТ10}$ на $ПО_{НТ}$ (проектні холодопродуктивність ЕХМ і теплове навантаження на $ПО_{НТ}$ $Q_{0.НТ24пр}$ = 400 кВт), дефіциту у часи підвищених теплових навантажень $Q_{0.НТ10д}$ та резерву при зниженні теплового навантаження $Q_{0.НТ10изб}$, температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, повітря $t_{ВТ2}$ на виході $ПО_{ВТ}$ і повітря $t_{в2}$ на виході $ПО_{НТ}$, відповідно відносної вологості $\varphi_{нв}$, $\varphi_{ВТ2}$ і $\varphi_{в2}$ наведені на рис. 3.3.

НЕ ОРИГІНАЛ

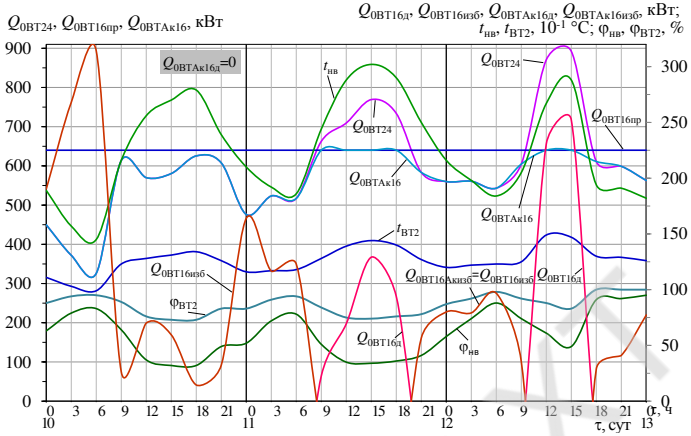


Рис. 3.2. Поточні значення теплових навантажень на ПО$_{ВТ}$ без застосування бустерного ПО$_б$ $Q_{0.ВТ24}$ (проектне $Q_{0.ВТ24пр}$ = 960 кВт) та з бустерним ПО$_б$ $Q_{0.ВТ16Ак}$ (проектне $Q_{0.ВТ16Ак.пр}$ = 640 кВт), дефіциту $Q_{0.ВТ16д}$ і $Q_{0.ВТ16Ак.д}$ та резерву $Q_{0.ВТ16изб}$ і $Q_{0.ВТ16Ак/изб}$ без і з використанням надлишкового холоду, температури повітря зовнішнього $t_{нв}$ і після ПО$_{ВТ}$ $t_{ВТ2}$ та відносної вологості $\varphi_{нв}$ і $\varphi_{ВТ2}$

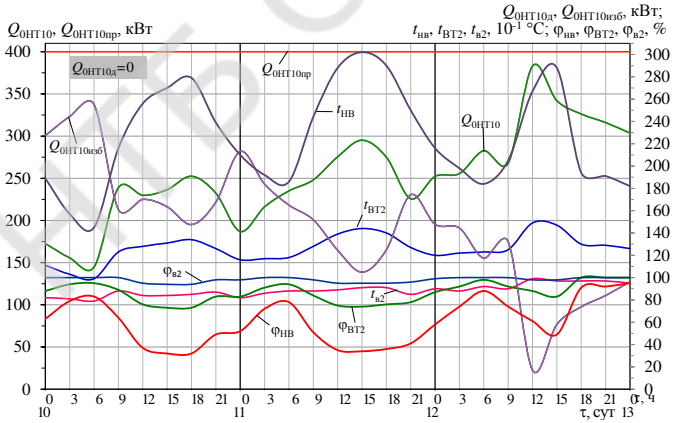


Рис. 3.3. Значення поточних теплових навантажень на ПО$_{НТ}$ $Q_{0.НТ10}$ (проектне теплове навантаження $Q_{0.НТ10пр}$ = 400 кВт), дефіциту у часи підвищених теплових навантажень $Q_{0.НТ10д}$ та резерву в періоди знижених теплових навантажень $Q_{0.НТ10изб}$, температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, повітря $t_{ВТ2}$ на виході ПО$_{ВТ}$ і повітря $t_{в2}$ на виході ПО$_{НТ}$, відповідно відносної вологості $\varphi_{нв}$, $\varphi_{ВТ2}$ і $\varphi_{в2}$

Як видно з результатів розрахунку низькотемпературного ступеня $ПО_{НТ}$, поточні значення його теплового навантаження $Q_{0.НТ10}$ завжди нижче проектного навантаження $Q_{0.НТ10пр}$, що свідчить про наявність резерву холодопродуктивності.

Надалі моделювалися процеси охолодження повітря з використанням в часи підвищеного теплового навантаження резерву холодопродуктивності, закумульованого в часи знижених поточних теплових навантажень. Резервний (невикористаний) холод АБХМ та ЕХМ $\sum Q_{0.ВОизб}$, накопичений в акумуляторі $АК_{НТ}$, витрачали на покриття його дефіциту в теплонапружені години роботи (рис. 3.4).

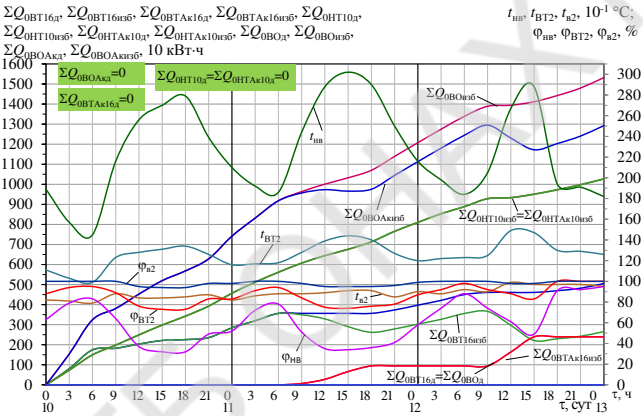


Рис. 3.4. Поточні значення температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, повітря на виході з $ПО_{ВТ}$ $t_{ВТ2}$ (на вході $ПО_{НТ}$) і на виході з $ПО_{НТ}$ $t_{в2}$, відносної вологості зовнішнього повітря на вході $\varphi_{нв}$, на виході з $ПО_{ВТ}$ $\varphi_{ВТ2}$ і на виході з $ПО_{НТ}$ $\varphi_{в2}$, сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВТ16д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0ВТ16изб}$ холодопродуктивності АБХМ (без використання резервного холоду в бустерному $ПО_{Б}$), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВТАк16д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0ВТАк16изб}$ холодопродуктивності АБХМ (з використанням резервного холоду в бустерному ПО), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0НТ10д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0НТ10изб}$ холодопродуктивності ЕХМ (без використання резервного холоду в $ПО_{Б}$), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0НТАк10д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0НТАк10изб}$ холодопродуктивності ЕХМ (з використанням резервного холоду в $ПО_{Б}$), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВОд}$ та надлишку $\Sigma Q_{0ВОизб}$ холодопродуктивності двоступеневого ПО (без використання резервного холоду в $ПО_{Б}$) та сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВОАкд}$ і надлишку $\Sigma Q_{0ВОАкизб}$ розробленого триступеневого ПО (з використанням резервного холоду в $ПО_{Б}$)

Як видно з рис. 3.4, при проектних теплових навантаженнях на $ПО_Б$ 320 кВт, $ПО_{ВТ}$ 640 кВт і $ПО_{НТ}$ 400 кВт поступова витрата накопиченого за 3 доби холоду усуває дефіцит холодопродуктивності АБХМ, про що свідчить зміна його сумарної величини: від $\Sigma Q_{0.ВОд}$ = 2500 кВт·год до $\Sigma Q_{0.ВОАк.д}$ = 0. Наявність значного надлишку холодопродуктивності після покриття дефіциту $\Sigma Q_{0.ВОАкизб}$ підтверджує правомірність вибору значно меншого проектного теплового навантаження на $ПО_{ВТ}$, відповідно й сумарного навантаження на $ПО_{ВТ}$ та $ПО_{НТ}$ (холодопродуктивності АБХМ і ЕХМ) 1040 кВт (з використанням резервного холоду в бустерному $ПО_Б$ порівняно з початковим 1360 кВт (без використання $ПО_Б$), а також наявність резерву для подальшого скорочення холодопродуктивності АБХМ.

То ж був змодельований варіант з ще більшим зменшенням проектного навантаження на $ПО_{ВТ}$ (холодопродуктивності АБХМ) до 480 кВт, тобто наполовину порівняно з вихідним 960 кВт, зі збільшенням проектного теплового навантаження на $ПО_Б$ до 480 кВт при збереженні його величини на $ПО_{ВТ}$ (відповідно й ЕХМ) 400 кВт.

Результати моделювання процесів охолодження повітря при проектних навантаженнях на $ПО_Б$ 480кВт, $ПО_{ВТ}$ 480кВт та $ПО_{НТ}$ 400 кВт з використанням в часи підвищеного теплового навантаження резерву холодопродуктивності, закумульованого при знижених поточних теплових навантаженнях (рис. 3.5).

Як видно з рис. 3.5, при проектних теплових навантаженнях на $ПО_Б$ 480 кВт, $ПО_{ВТ}$ 480 кВт і $ПО_{НТ}$ 400 кВт поступова витрата накопиченого за 3 доби холоду ліквідує дефіцит холодопродуктивності АБХМ, про що свідчить зміна його сумарної величини: від $\Sigma Q_{0.ВОд}$ = 9500 кВт·год до $\Sigma Q_{0.ВОАк.д}$ = 0. Відповідно має місце суттєве скорочення надлишку холодопродуктивності після покриття дефіциту $\Sigma Q_{0.ВОАкизб}$ майже до 15 % початкового варіанту без використання бустерного охолодження, що підтверджує можливість зменшення наполовину початкової проектної холодопродуктивності АБХМ, накопичення надлишку холоду при знижених теплових навантаженнях в акумуляторі $АК_{НТ}$ з наступним його використанням у бустерному повітроохолоджувачі $ПО_Б$ при підвищених теплових навантаженнях при практично незмінному тепловому навантаженні низькотемпературного ступеня $ПО_{НТ}$ та зменшеній холодопродуктивності АБХМ і ЕХМ 880 кВт порівняно з початковою 1360 кВт (без використання бустерного охолодження повітря на вході).

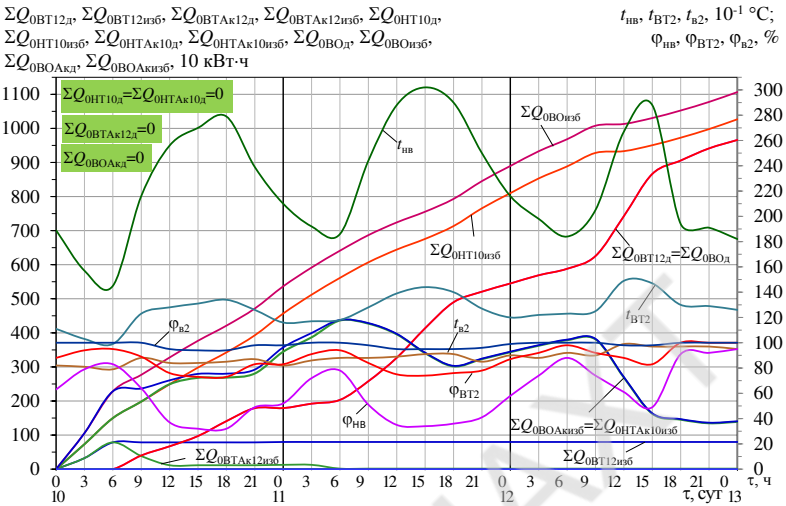


Рис. 3.5. Поточні значення температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, повітря на виході з ПО$_{ВТ}$ $t_{ВТ2}$ (на вході ПО$_{НТ}$) і на виході з ПО$_{НТ}$ $t_{в2}$, відносної вологості зовнішнього повітря на вході $\varphi_{нв}$, на виході з ПО$_{ВТ}$ $\varphi_{ВТ2}$ і на виході з ПО$_{НТ}$ $\varphi_{в2}$, сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВТ12д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0ВТ12изб}$ холодопродуктивності АБХМ (без використання резервного холоду в бустерному ПО$_{Б}$), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВТАк12д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0ВТАк12изб}$ холодопродуктивності АБХМ (з використанням резервного холоду в бустерному ПО), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0НТ10д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0НТ10изб}$ холодопродуктивності ЕХМ (без використання резервного холоду в ПО$_{Б}$), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0НТАк10д}$ та надлишку $\Sigma Q_{0НТАк10изб}$ холодопродуктивності ЕХМ (з використанням резервного холоду в ПО$_{Б}$), сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВОд}$ та надлишку $\Sigma Q_{0ВОизб}$ холодопродуктивності двоступеневого ПО (без використання резервного холоду в ПО$_{Б}$) та сумарного дефіциту $\Sigma Q_{0ВОАкд}$ і надлишку $\Sigma Q_{0ВОАкизб}$ розробленого триступеневого ПО (з використанням резервного холоду в ПО$_{Б}$)

В результаті обґрунтована гіпотеза щодо можливості зменшення проектного теплового навантаження на холодильні машини (встановленої холодопродуктивності) шляхом використання при підвищених поточних теплових навантаженнях резерву холодопродуктивності, який утворюється в часи знижених поточних теплових навантажень.

На рис. 3.6 наведено результати розрахунку поточної економії палива B_e, а також сумарної по накопиченню економії палива ΣB_e в залежності від зовнішніх кліматичних умов за 3 доби роботи комбінованого повітроохолоджувача.

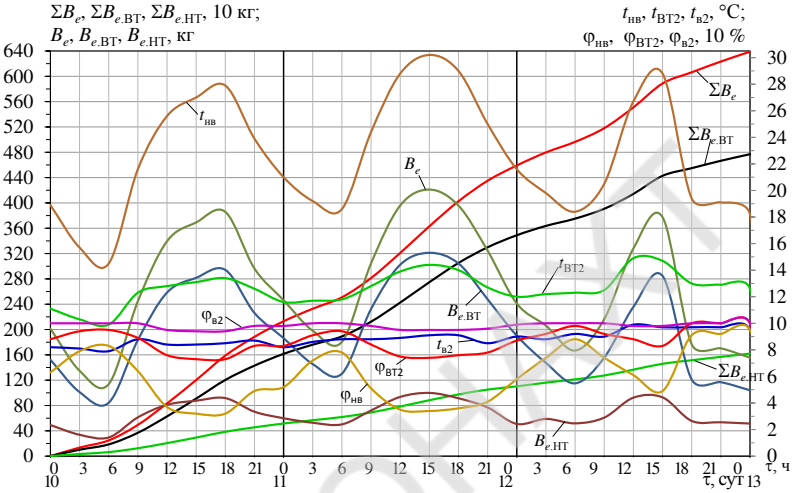
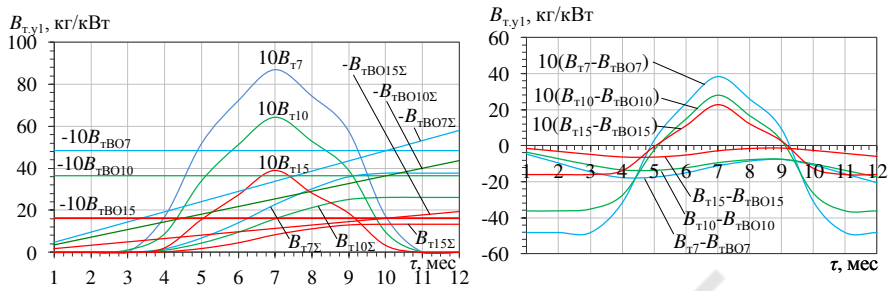


Рис. 3.6. Поточні значення температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, повітря на виході з ПО$_{ВТ}$ $t_{ВТ2}$ (на вході ПО$_{НТ}$) і на виході з ПО$_{НТ}$ $t_{в2}$, відносної вологості зовнішнього повітря на вході $\varphi_{нв}$, на виході з ПО$_{ВТ}$ $\varphi_{ВТ2}$ і на виході з ПО$_{НТ}$ $\varphi_{в2}$, поточної економії палива високотемпературного ступеня охолодження $B_{e.ВТ}$, низькотемпературного – $B_{e.НТ}$, та ПО загалом B_e сумарної економії палива високотемпературного ступеня охолодження $\Sigma B_{e.ВТ}$, низькотемпературного – $\Sigma B_{e.НТ}$, та ПО загалом ΣB_e

Отже, наявність бустерного ступеня додаткового холодопостачання від акумулятора АК$_{НТ}$ завдяки адаптації до поточних кліматичних умов забезпечує отримання ефекту у вигляді економії палива при зменшеній на 50 % встановленій холодопродуктивності, відповідно і вартості АБХМ, для найбільш теплонапружених умов експлуатації в літні місяці при незмінній холодопродуктивності ЕХМ.

На рис. 3.7 наведено результати розрахунку питомої (на 1 кВт потужності ГТУ) економії палива по місяцях $B_{т.10}$ і $B_{т.15}$ (при $t_{п2}$ = 10 і 15 ºС) без врахування аеродинамічного опору повітроохолоджувачів ПО $\Delta P_{ВО}$, з одного боку, і питомих витрат палива на подолання аеродинамічного опору повітроохолоджувачів за місяць $B_{т.ВО10;15}$, з іншого боку.



а *б*

Рис. 3.7. Значення щомісячних і річної питомої (на 1 кВт потужності N_e) економії палива $B_{т7...15}$ без урахування витрат палива $B_{тВО}$ через аеродинамічний опір ПО на вході ГТУ, а також щомісячних $B_{тВО7...15}$ і річної $B_{тВО7...15Σ}$ питомої витрат палива через аеродинамічний опір ПО на вході ГТУ (*а*), а також щомісячних $B_т - B_{тВО}$ і по нарощуванні річної питомої економії палива $B_т - B_{тВО}$ з урахуванням витрат палива $B_{тВО}$ через аеродинамічний опір ПО на вході ГТУ при безперервній упродовж року подачі повітря через ПО на вході ГТУ і різних температурах охолодженого повітря $t_{в2}$: $B_{т.7}$ і $B_{т.10}$; $B_{тВО7}$ і $B_{тВО10}$ – при $t_{в2}$ = 7 і 10 ºС (АЕХМ); $B_{т.15}$ і $B_{тВО15}$ – при $t_{в2}$ = 15 ºС (АБХМ), помірних кліматичних умов

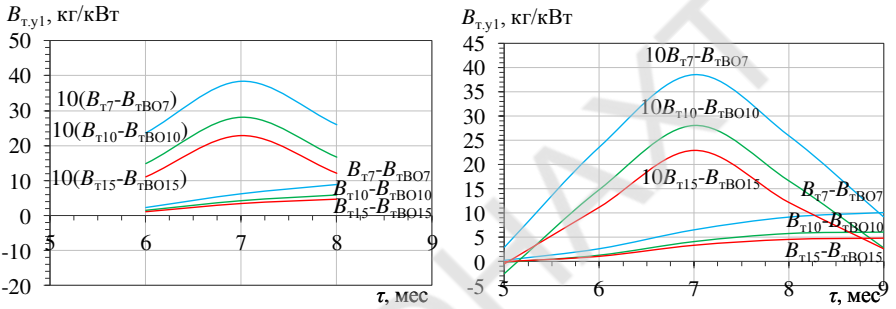
Як видно з порівняння щомісячних питомої (на 1 кВт потужності N_e) економії палива $B_{т7...15}$ без урахування витрат палива $B_{тВО}$ через аеродинамічний опір ПО на вході ГТУ, з одного боку, та щомісячних $B_{тВО7...15}$ питомих витрат палива через аеродинамічний опір ПО, з іншого боку, при охолодженні повітря до температури $t_{в2}$ = 10 ºС (АЕХМ) витрати палива $B_{тВО10}$ через аеродинамічний опір ПО на вході ГТУ компенсуються щомісячною економією палива $B_{т10}$ ($B_{т10} = B_{тВО10}$) на початку травня ($\tau \approx 5$), при $t_{в2}$ = 7 ºС та питомому тепловому навантаженні на ПО (завищеній для ЕХМ-ступеня $q_{0.Э} = q_{0.7\text{-}15}$ = 16 кВт/(кг/с) і заниженій для АБХМ-ступеня $q_{0.А}$ = 18 кВт/(кг/с) та загальній для всієї АЕХМ $q_{0.7} = q_{0.10}$ = 34 кВт/(кг/с) – теж на початку травня, як і у разі охолодження повітря до температури $t_{в2}$ = 15 ºС (АБХМ).

Подібним чином можна визначити час, коли треба байпасувати ПО, подаючи неохолоджене зовнішнє повітря безпосередньо в ГТУ – на початку вересня.

Про ефект від охолодження повітря на вході ГТУ у вигляді економії палива $B_т$ з урахуванням відповідних витрат палива $B_{тВО}$ через аеродинамічний опір ПО за літній період та 5 месяців (травень–вересень) можна

судити по даних на рис. 3.8. При цьому решту часу зовнішнє повітря подають безпосередньо в ГТУ, обминаючи ПО.

Як видно, сумарна за червень–серпень місяці питома, що припадає на 1 кВт потужності N_e, економії палива $B_т - B_{тВО}$ з урахуванням витрат палива $B_{тВО}$ через аеродинамічний опір ПО на вході ГТУ, при охолодженні повітря до температури $t_{в2}$ = 7 і 10 ºС (в АЕХМ) становить відповідно $B_{т7} - B_{тВО7}$ = 9 кг/кВт і $B_{т10} - B_{тВО10}$ = 6 кг/кВт, тоді як за травень–вересень $B_{т7} - B_{тВО7}$ = 10 кг/кВт і $B_{т10} - B_{тВО10} \approx$ 6 кг/кВт.



а *б*

Рис. 3.8. Значення щомісячних і сумарної за червень-серпень. питомої, що припадає на 1 кВт потужності N_e, економії палива $B_т - B_{тВО}$ з урахуванням витрат палива $B_{тВО}$ через аеродинамічний опір ПО на вході ГТУ (*а*) та за травень-вересень. (*б*) при різних температурах охолодженого повітря $t_{в2}$: $B_{т.7}$ і $B_{т.10}$; $B_{тВО7}$ і $B_{тВО10}$ – при $t_{в2}$ = 7 і 10 ºС (АЕХМ); $B_{т.15}$ і $B_{тВО15}$ – при $t_{в2}$ = 15 ºС (АБХМ), для помірних кліматичних умов

Таким чином, збільшення періоду охолодження повітря в ПО на вході ГТУ з 3 літніх місяців до 5 місяців (травень–вересень) доцільно тільки при глибокому охолодженні повітря до температури $t_{в2}$ = 7 ºС і нижче (в АЕХМ). Для більш точного визначення часу переходу ГТУ на роботу з охолодженням повітря на вході слід брати більш короткі поточні періоди часу протяжністю, наприклад, в тиждень замість місяця.

Річна економія вартості паливного газу $C_т$, \$, за 2009 р. для ГТУ UGT 10000 (потужність 10 МВт) за рахунок скорочення його споживання (при ціні 150 \$ за 1000 м^3) відповідно до кліматичних умов експлуатації КС наведена на рис. 3.9.

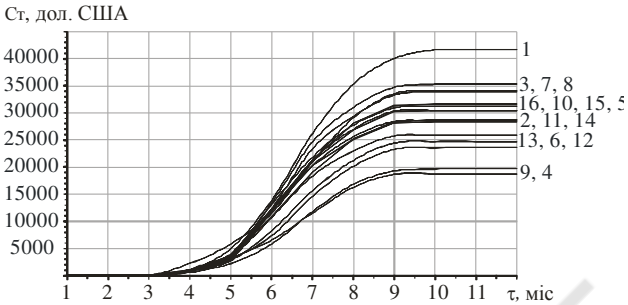


Рис. 3.9. Річна економія вартості паливного газу $C_т$, $, за 2009 р. для ГТУ UGT 10000 (потужність 10 МВт) за рахунок скорочення його споживання відповідно до кліматичних умов експлуатації КС:
1 – Тарутине, Одеська обл.; 2 – Ставище, Київська обл.; 3 – Куп'янськ, Харківська обл.; 4 – Новопсков, Луганська обл.; 5 – Решетилівка, Харківська обл.; 6 – Бар, Вінницька обл.; 7 – Ужгород, Закарпатська обл.; 8 – Голятин, Закарп. обл.; 9 – Долина, Івано-Франківська обл.; 10 – Софіївка, Черкаська обл.; 11 – Гребінка, Полтавська обл.; 12 – Гусятин, Тернопільська обл.; 13 – Ромни, Сумська обл.; 14 – Зеньків, Полтавська обл.; 15 – Диканька, Полтавська обл.; 16 – Південно-Бузька КС, с. Південно-Українськ, Миколаївська обл.

З урахуванням того, що в середньому загальна потужність ГТУ однієї КС становить приблизно 50 МВт, річна економія по всіх КС за 2009 р. Може сягати 10 млрд дол. США. При цьому слід враховувати завантаженість КС упродовж року.

Висновки

1. Вперше розроблено систему охолодження повітря на вході ГТУ КС трансформацією теплоти відпрацьованих газів з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря) та одноступеневого охолодження ежекторною холодильною машиною (ЕХМ) при помірних температурах та високій вологості зовнішнього повітря.

2. Проаналізуван вплив температури зовнішнього повітря на вході на паливну ефективність та потужність ГТУ КС та виявлено резерви їх підвищення при експлуатації в кліматичних умовах України, шляхом охолодження повітря трансформацією в холод теплоти відхідних ГТУ

3. Уточнено методику визначення раціональних параметрів процесів охолодження повітря в повітроохолоджувачах (ПО) на вході ГТУ з бустерним ступенем попереднього охолодження за рахунок охолоджувального потенціалу абсорбційно-ежекторної холодильної машини, який висвобождається при знижених теплових навантаженнях (температурах зовнішнього повітря), які забезпечують скорочення питомої витрати палива ГТУ та обґрунтовано принцип вибору їх проектної холодопродуктивності для кліматичних умов України, відповідно до якого холодопродуктивність низькотемпературного хладонового ступеня $ПО_{НТ}$ вибирають з розрахунком відключення (байпасування повітряним потоком) бустерного ступеня, а також $ПО_{ВТ}$ при зниженні температури зовнішнього повітря $t_в$ до 15 °С і нижче (весняний та осінній сезони), що забезпечує мінімальні витрати потужності ГТУ (відповідно й витрати палива) на подолання аеродинамічного опору ПО і, як наслідок, скорочення питомої витрати палива на 7…10 г/(кВт·год) для ГТУ вітчизняного виробництва ДП НВКГ "Зоря"–"Машпроект" (ГТУ простої схеми) та прирощення потужності на 10…15 % в кліматичних умовах експлуатації в Україні.

4. Запропоновано метод визначення кліматичних умов, при яких необхідне відключення (байпасування повітряним потоком) бустерного ступеня, та ступеня $ПО_{ВТ}$. Метод базується на зіставленні поточних величин скорочення витрат палива за рахунок охолодження повітря на вході ГТУ з їх витратами на подолання аеродинамічного опору ПО.

5. Проведено натурні випробування та розроблено методику обробки даних з теплових навантажень бустерного ступеня водяного охолодження повітря на вході ГТУ для визначення його теплового навантаження відповідно до температури зовнішнього повітря.

6. Наукові результати роботи реалізовано при розробці схемотехнічних рішень та рекомендацій з проектування та модернізації систем охолодження повітря на вході ГТУ компресорних станцій (на прикладі Південно-Бузької компресорної станції в м. Південно-Українськ Миколаївської обл.).

Перелік використаних джерел

1. Долинский А.А., Басок Б.И., Коломейко Д.А. Эффективность когенерационных тепловых схем // Техногенна безпека: Наукові праці МДГУ ім. П. Могили. – Миколаїв: МДГУ. – 2007. – Т. 61. – Вип. 48. – С. 30–38.

2. Патент України на винахід № 81778 Радченко М.І., Білека Б.Д., Сирота О.А., Філоненко О.О., Радченко Р.М., Андрєєв А.А., Коновалов

Д.В., Тарасенко М.О., Радченко А.М. Спосіб перетворення теплової енергії в механічну роботу з утилізацією теплоти продуктів згоряння. – Бюлетень № 3. – 2008.

3. Патент України на винахід № 81779 Романов В.В., Білека Б.Д., Радченко М.І., Сирота О.А., Радченко Р.М., Андрєєв А.А., Тарасенко М.О., Радченко А.М., Коновалов Д.В. Спосіб перетворення теплової енергії в механічну роботу з утилізацією теплоти. – Бюлетень № 3. – 2008.

4. Патент України на винахід № 81780 Радченко М.І. Спосіб перетворення теплової енергії в механічну роботу з утилізацією теплоти продуктів згоряння / М.І. Радченко, В.В. Романов, Б.Д. Білека, О.А. Сирота, Р.М. Радченко, А.А. Андрєєв, Д.В. Коновалов, М.О. Тарасенко. – Бюлетень № 3. – 2008.

5. Радченко, А.Н. Термоэкономический метод анализа эффективности охлаждения воздуха на входе двигателей теплоиспользующими холодильными машинами [Текст] / А.Н. Радченко // Холодильна техніка та технологія. – 2014. – № 5(151). – 2014. – С. 30–36.

6. Bhargava, R. Parametric analysis of existing gas turbines with inlet evaporative and overspray fogging [Text] / R. Bhargava, C.B. Meher-Homji // Proceedings of ASME TURBOEXPO 2002. – Paper GT-2002-30560. – 15 p.

7. Radchenko, A. Method of thermo-hour potential of gas turbine inlet air chilling and designing of rational chillers for varying climatic conditions of performance [Text] / A. Radchenko // Proceedings of the 15 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE–2014. – Szczecin, Poland. – 2014. – P. 325–331.

8. Radchenko A., Ryzkov S., Radchenko N. Improving transformation of waste heat of cogeneration gas engine module by absorption lithium-bromide chiller // Proceedings of the 15 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE–2014. – Szczecin, Poland. – 2014. – P. 348–341.

9. Заявка на патент України на винахід № A2016 09429 від 12.09.16 Рижков С.С., Радченко А.М., Радченко Р.М., Кантор С.А. Радченко М.І. Ступінчастий охолоджувач повітря.

10. Заявка на патент України на винахід № A2016 09430 від 12.09.16 Рижков С.С., Радченко Р.М., Радченко А.М., Радченко М.І., Кантор С.А. Система ступінчастого охолодження повітря.

11. Заявка на патент України на винахід № A2016 09463 від 12.09.16 Радченко А.М., Рижков С.С., Радченко Р.М., Кантор С.А., Радченко М.І., Богза Л.Л. Спосіб охолодження повітря на ребристих поверхнях.

РЕПОЗИТ

12. Заявка на патент України на винахід № A2016 09459 від 12.09.16 Радченко А.М., Рижков С.С., Радченко Р.М., Радченко М.І. Спосіб охолодження газопарової суміші.

13. Заявка на патент України на винахід № A2016 09443 від 12.09.16 Радченко Р.М., Рижков С.С., Радченко А.М., Радченко М.І., Богза Л.Л. Апарат поверхневого охолодження повітря.

14. Заявка на патент України на винахід № A2016 09446 від 12.09.16 Радченко А.М., Рижков С.С., Радченко Р.М., Радченко М.І. Спосіб ступінчастого охолодження повітря.

НТБ ОНАХТ

SAFETY ASPECTS OF THE RETROFIT OF R404A IN A WALK-IN COOLER

Author – Radosław Paweł Szczakowski
Supervisor – Tomasz Łokietek
West Pomeranian University Of Technology

Relevance:Refrigeration installations use refrigerants as a working substance. Exploited substances of this type are associated with hazards related to the atmosphere and employees. The international regulations enforce the need to withdraw refrigerant R404A and exchange it for other, with less potential for global warming effect. There is a need to select the optimal refrigerant, with specific operating parameters and safety level of use.

The task of the experiment:Development of the refrigerant retrofit procedure for the selected refrigeration installation in the form of a walk-in cooler, measurements of the installation parameters on two refrigerants, comparative analysis of the results.

Subject of the experiment: development of safety procedures related to the refrigerant retrofit, optimization of the selection of refrigerant for the refrigeration installation.

Methods of research:measurement and analytical.

Introduction

Refrigeration appliances using synthetic refrigerants find wider applications in today's world. For several decades, the technology used in this type of devices and the range of requirements that the refrigeration system has to cope with are changing very quickly. It is constantly striving to reduce the total amount of energy used to cool objects and rooms, which is related to both economic and ecological targets. In addition, substances circulating in refrigeration plants, due to their composition and properties, can be a threat to both the atmosphere and people who operate these installations. The danger of using different types of refrigerants occurs both when using the system and when carrying out service and modernization work. One of the types of service work, during which special care should be taken and ensure the highest possible level of safety, is the replacement of refrigerant. This paper is devoted to the analysis of the R404A refrigerant substitution procedure in a walk-in cooler. In a given installation, the refrigerant has been replaced with R448A. The analysis has

been subjected to hazards that may arise during the procedure of exchanging of the refrigerant in the system – both related to the emission of substances to the atmosphere, as well as hazards accompanying the operators conducting the retrofit. In addition, before and after the substitution of the refrigerant, a series of measurements of the most important parameters of the work of the substance were carried out in order to compare them. The effectiveness of the new refrigerant was analyzed in comparison to the utility parameters of the now-decommissioned R404A [2].

The analysis was subjected to a walk-in cooler located in the Refrigeration Laboratory of the Faculty of Maritime Technology and Transport in Szczecin. This installation consists of two cold rooms, each with a volume of approximately 13 m^3. In one of the chambers the temperature was maintained at + 5 ° C, while in the other the temperature was -10 ° C. The main components of the installation are Rivacold RCS2250406ED evaporators, powered by a thermostatic expansion valve and the Tecumseh TFH54540Z condensing unit. Main components and installation scheme are shown in the pictures below (fig.1, fig.2, fig.3) [8].



Fig. 1. Condensing unit of the analyzed installation



Fig. 2. Measuring apparatus

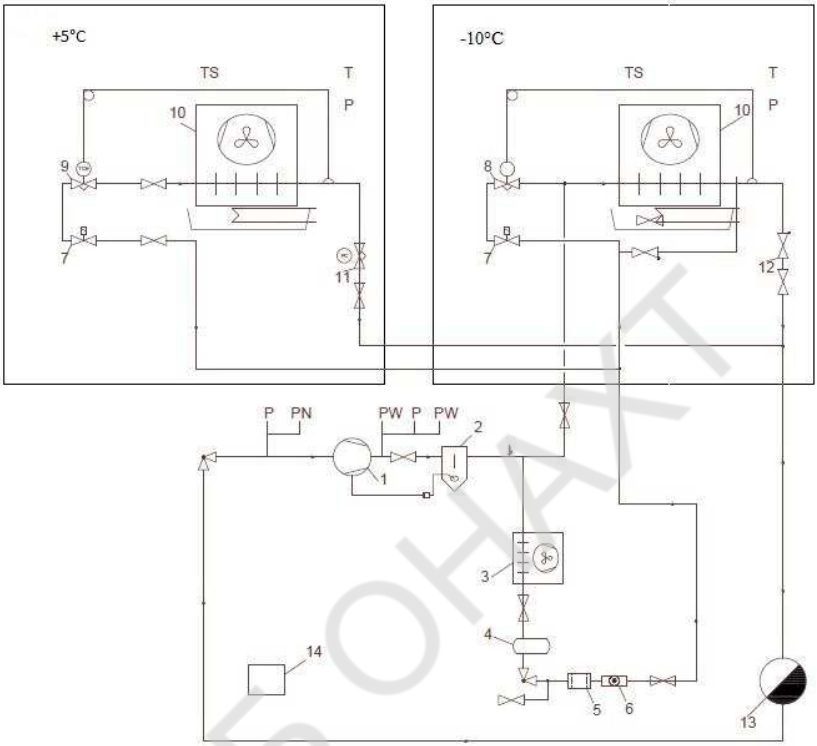


Fig. 3. Installation scheme

Main components of the installation, shown in picture number 3, are listed below:

1. Compressor2. Oil separator3.Condenser4.Liquid refrigerant tank5.Dehydrator filter6. Sight glass7.Electromagnetic valve8. Thermostatic expansion valve 9. Electronic expansion valve10. Air cooler11. Constant pressure evaporating valve12. Check valve 13. Suction accumulator14. Electronic controllerAdditional markings:TS- Thermostat,T- Thermometer,P-manometer,PN- low pressure switch,PW- high pressure switch.

1. Retrofit of r404a in analyzed installation

Retrofit of a refrigerant is a process of exchanging circulating substances in the system and adapting its main components to work with a new refrigerant. In the analyzed installation, this process was relatively easy to perform, due to

the similar properties of R404A and R448A. It was not necessary to replace the fittings or devices in the system. Both of these refrigerants work with the same POE oil. However, it was necessary to change the settings of the control apparatus [8].

The set of instruments used in the retrofit procedure is shown in the picture below (fig.4).



Fig. 4. Instruments used to perform the retrofit

The refrigerant exchange process, taking into account the safety aspects, was as follows:

1. Monitoring and recording of running parameters – in the first place during the R404A retrofit procedure, the running parameters have been recorded in order to compare them with the nominal values. Values of the operating parameters are very important because they form the basis for the assessment of parameters with the new refrigerant.

2. R404A recovery – in the next stage, the R404A installation should be emptied using a recovery station, a vacuum pump and a recovery container. An electronic scale is also necessary, thanks to which it is possible to determine the amount of refrigerant that has been discharged from the circulation.

3. Verification of oil in the system – due to the similar properties of both refrigerants, it was not necessary to change the oil. However, it may be necessary to top up the oil level in the compressor.

4. Changing the dehydration filter – it is recommended to replace the dehydration filter when changing the working substance in the refrigeration system.

5. Vacuum generation and leak testing – during the retrofit process, when the old medium is pressed out of the installation, a vacuum should be created before refilling it. The object of that procedure is to remove any type of gases and moisture, which may be in the installation. It is also necessary to carry out a leak test, which is intended to additionally check the installation for the emission of refrigerants to the atmosphere.

6. Filling the system with R448A – after creating appropriate conditions, it is possible to refill the system with the new refrigerant. When filling the system, it is required to fill it to 85%, then, after checking the amount injected into the device, insert the rest of medium. Due to the smaller mass flow compared to R404A, the R448 refrigerant should be introduced in an amount of 104% of the fill with the previous refrigerant.

7. Control of the system operation – after filling the installation with a new refrigerant, it should be started up to check its operating parameters. It is necessary to wait until the operating parameters stabilize. The suction pressure using the R448A refrigerant should be lower within 35 kPa compared to the suction pressure using R404A, while the discharge pressure should not change.

8. Correction of device settings – the presence of a new refrigerant in the system, requires adjustment of the system settings in the field of refrigerant superheating, operating pressure/temperature measurements and pressure controls. The reduced mass flow R448A compared to R404A, which reduces the efficiency of the thermostatic expansion valve, requires its tuning in the field of superheating. It is therefore necessary to implement proper settings in the controllers of these components in such a way as to achieve the same level of performance as in the case of R404A.

9. Appropriate labeling of the system – after performing the retrofit of the refrigerant, an appropriate label should be prepared, which will contain basic information about the installation, such as the amount of refrigerant in the system and its type, and the type and viscosity of the oil present in the system

installation. The preparation of this type of label will allow for the selection of the appropriate refrigerant and lubricants during service work in the future.

A well-performed retrofit of the refrigerant allows to achieve the highest level of safety and to avoid hazards that can be divided into environmental hazards and worker hazards.

2. Hazards related to use of synthetic refrigerants

When operating an installation filled with R404A and R448A refrigerants, the environmental risk is related to the level of their GWP (Global Warming Potential) . Emission of these refrigerants to the atmosphere may result in an increase in the greenhouse effect – warming of the atmosphere of the earth. Due to the composition of these substances, after they get into the atmosphere, they absorb infrared radiation, disturbing the thermal balance of the planet. In that situation, it is impossible to sufficiently transfer heat through the earth to space. International regulations aimed at limiting the greenhouse effect impose restrictive requirements on the emission of this type of substances into the atmosphere. If R404A or R448A is released into the atmosphere, financial penalties may be imposed on companies using these substances. [3]

Hazards regarding operators performing service work on refrigeration equipment are related to the following aspects:

- refrigerant temperature in the system – due to low refrigerant temperature in the system and temperature prevailing in the chambers, frostbite and cooling of the body may occur. In addition, the compressed medium can have a temperature of several dozen degrees Celsius, which can cause burns,
- high pressure of the refrigerant in the system – refrigerant's pressure in the refrigeration equipment, at the moment of breaking the plating of the installation can cause mechanical damage,
- irritating and addictive properties – being in a room in which refrigerant is released can cause headaches, nausea, disturbances of consciousness and loss of consciousness, and, in extreme cases, death,
- density of R404A and R448A refrigerants – both of them have a density greater than air, so that at the moment of discharge they accumulate at the ground, displacing the air,
- flammability of the compressed refrigerant,
- chemical activity of the medium relative to the elements of the installation – in case of using unsuitable materials for the construction of the installation, there is a risk of corrosion [4].

All these hazards require that the process of refrigerant replacement be carried out under appropriate conditions, observing the following rules:

- a properly trained, certified operator must be equipped with appropriate personal protective equipment,
- the retrofit process must be carried out in accordance with the procedures,
- if the room is not naturally ventilated, it is necessary to force the air circulation, in order to avoid creating anaerobic zone,
- tanks with refrigerants should not be exposed to high-temperature heat sources, such as soldering irons,
- mechanical damages of refrigerant tanks and installation fittings should not be allowed,
- the amount of transfused substances should be carefully controlled,
- it is necessary to check the opening of valves at particular stages of the refrigerant's substitution,
- the medium should be pumped into the installation in liquid form,
- the device should be disconnected from the power supply during the retrofit,
- tanks in which the refrigerant is stored must be appropriately marked,
- in the pipes used for transferring the refrigerant, a vacuum should be created before being disconnected,
- mechanical loading of critical points of the system, such as valves, is unacceptable,
- the refrigerant pumped out of the installation should be destined for utilization or recycling,
- after the refrigerant has been replaced, the device should be checked for leaks.

3. Comparative analisys of measurement results

The set of equipment for recording the operating parameters of the refrigeration system includes an electric power converter, a set of thermocouples deployed at individual elements of the installation and pressure transmitters, whose task is to provide information on the refrigerant pressure in critical places of the system. These devices are connected to an analog-to-digital converter, which is directly connected to the computer on which the measurement results are saved in a spreadsheet. The measuring devices transmit information to the computer at intervals of 10 seconds. Table No.1.presents the accuracy of measuring instruments. These values were read from the technical documentation provided by the manufacturers of individual measuring instruments.

Table 1 – Accuracy of measuring instruments

Parameter	Unit	Sensor/Converter	Accuracy
Power	kW	power converter	±0,03
Pressure	bar	pressure converter	±0,2
Temperature	°C	thermocouple	±0,1

Thermocouples and equipment for measuring the power consumption of the compressor have been installed in such places that they only cover a strictly defined element of the system. After reaching the set temperature in the chambers, several hours of measurements were carried out. Then, a measuring period of 60 minutes was selected to show the change in refrigerant parameters during the three full work cycles of the compressor. In the next step, after the procedure of retrofit on R448A, the measurements were repeated in the same way.

Figure 5 shows a diagram of the compressor's power consumption during three cycles.

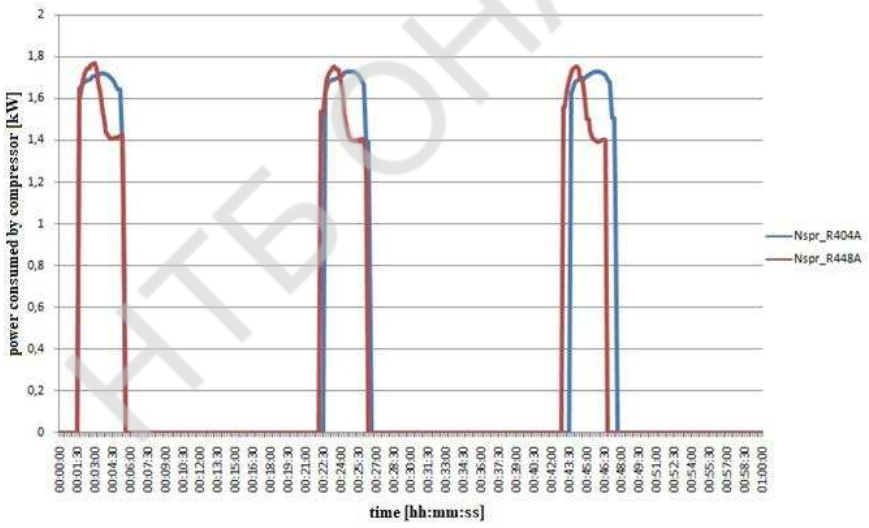


Fig. 5. Power consumption

The graph shows that when the compressor is not working, it does not consume electricity. A sudden increase in power consumption by the compressor occurs when it is switched on. The illustration clearly shows the compressor start and stop moments, defining three full cycles for both refrigerants. It is also

visible that the frequency and duration of the compressor's work cycle are very similar in both cases. The graph shows that the use of refrigerant R448A has lower energy consumption than in the case of R404A. Although the power consumption increases to a higher level at R448A when the compressor is switched on, this level decays rapidly to lower values than the R404A by about 0.3 kW. This indicates that the power consumption of the installations during the three cycles of the compressor was lower in the case of a new refrigerant. Despite the less favorable measurement conditions (simultaneous operation of both chambers may hinder the interpretation of work parameters), the results again indicate higher efficiency of R448A, thus bringing savings in the electricity consumption of the system.

Figure 6 presents the graph of the compressor discharge pressure during the three operating cycles of both cold rooms.

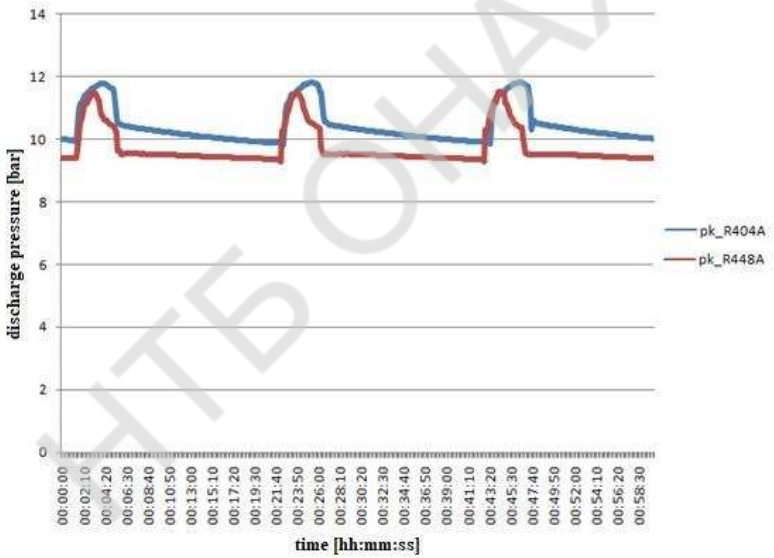


Fig. 6. Discharge pressure

The figure shows that the compressor discharge pressure during exploitation of the system with R404A is higher than in the case of R448A. The graph shows a similar frequency and duration of the device's operating cycle. For the analyzed period, the average pressure is 10.44 bar for R404A and 9.71 bar for R448A, respectively. Pressure measurements shown in the figure were carried

out in parallel with measurements of electrical energy consumption by the system. There is also a visible relationship in which, in the first stage of the work cycle at R448A, the pressure, like the level of energy consumption, increases rapidly and then decreases. This process in case of R404A is longer and not as rapid. The measurement results indicate that under the same conditions, the new medium is pressed from the compressor at a lower pressure, while the effect is the same.

Figure 7 shows the temperature diagram at the discharge port of the compressor during three cycles of the installation using both refrigeration chambers.

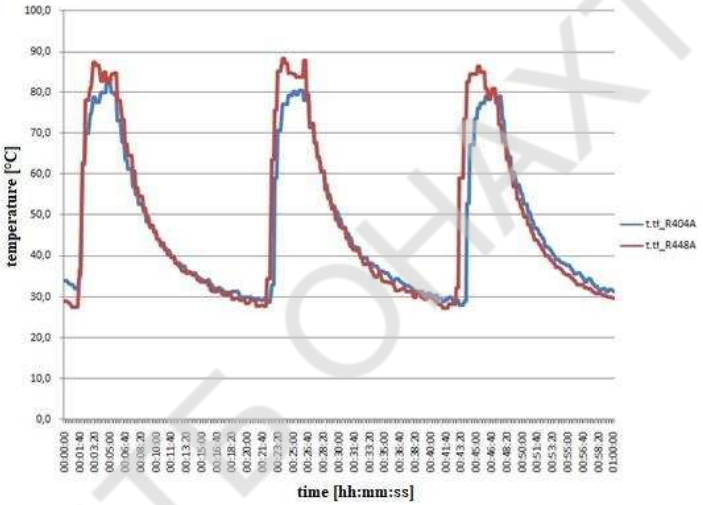


Fig. 7. Temperature in the discharge port of the compressor

The graph shows that the discharge temperature for R448A was higher than the temperature using R404A by about 10 K. In both cases the admissible temperature was not exceeded, which indicates the possibility of using both of these refrigerators for transfer heat inside this walk-in cooler.

Differences between individual results may have resulted from the necessity to change the settings of the control apparatus and other ambient temperature at the time of the measurements. The measurements carried out showed that the more effective and safe refrigerant is R448A, due to the lower GWP and similar operating parameters, with a reduced demand for electricity.

Conclusions

The aim of this work was primarily to show the safety aspects of the retrofit of refrigerant in a walk-in cooler. This process must be carefully thought out and prepared in such a way as to ensure the highest level of safety. An additional goal of the conducted research was to show the possibility of using substitutes of R404A with lower potential for creating the greenhouse effect. When designing a refrigeration system, when choosing a working substance, the optimal refrigerant must be chosen, both economically and in terms of safety.

The first of the reasons for choosing R448A is its lower level of GWP, which in the light of today's regulations is a major advantage. In addition, tests have shown that under the same or very similar operating conditions, the system is more effective when using R448A as a working substance. The analysis of the power consumption of the compressor shows that in economic terms and at the same time indirectly ecological (lower power consumption causes less degradation of the environment related to its production), this refrigerant is much more favorable.

References

1. Bonca Z..: Chłodnictwo okrętowe. Gdynia. Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, 2006, ISBN 83-7421-046-X

2. Butrymowicz D. Baj P. Śmierciew K..: Technika Chłodnicza . Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, 2014, ISBN 978-83-01-17844-4

3. Gaziński B. (red.): Urządzenia chłodnicze i przepisy prawne. Poznań. Systherm Technik, 2010, ISBN 978-83-61265-08-5

4. Grzebielec A. Pluta Z. Ruciński A. Rusowicz A..: Czynniki chłodnicze i nośniki energii. Warszawa. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2011, ISBN-978-83-7207-936-7

5. Gutkowski K.: Chłodnictwo i kimatyzacja. Warszawa. Wydawnictwo WNT, 2015, ISBN 978-83-63623-69-2

6. Zakrzewski B. (red.): Chłodnictwo i Klimatyzacja. Odessa. Astroprint, 2015, ISBN-978-966-927-090-4

7. Zalewski W.: Systemy i urządzenia chłodnicze. Kraków. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2010, ISBN 978-83-7242-530-0

8. Łokietek T., Wiśnik P.: Parametry pracy urządzenia chłodniczego po wymianie R404A na R448A. Chłodnictwo" 2017, nr 1-2, s.40-47, ISSN 0009-4919

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE PAROCOMPRESSION REFRIGERATING MACHINE FOR THE ENERGY EFFICIENCY OF THE RECEIPT OF A COLD UNIT

Author – Yemelianenko A.
Supervisor – Kozin A.
Sumy State University

Obviously, in a refrigerating machine, the lower the temperature of evaporation and the higher the temperature of condensation, the more should be the degree of compression, and hence the necessary work. However, the greater the degree of compression, the higher the final compression temperature, therefore, the greater the chance of decomposition of oil. At the same time, the volumetric efficiency decreases and, consequently, the cold productivity decreases.

Multi-stage compression machines are also used if the installation consists of several evaporators with different evaporation temperatures or if the use of automatic regulating valves at constant pressure does not allow to provide economical working conditions

The calculation of the comparison for types of cooling and throttling was performed. Comparing the main energy two-stage PCMs, it was discovered that the most efficient machine is a two-stage refrigerating machine with incomplete intermediate cooling, parallel to the Throttle and supercooled liquid (circuit with economizer), which operates on freon R142.

This work is devoted to the study of the influence of schemes of a steam-compression refrigeration machine on the energy efficiency of obtaining a unit of cold.

The work completed:

- research of various schemes of steam compressor refrigeration machine;
- comparison of the coefficients of transformation of the COP refrigerator;
- definition of the most efficient refrigerating machine.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СХЕМИ ПАРОКОМПРЕССІЙНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ОТРИМАННЯ ОДИНИЦІ ХОЛОДУ

Автор – Ємельяненко А.Л.
Керівник – Козін А.М.
Сумський державний університет

Вихідні дані і завдання

– Холодопродуктивність $\dot{Q}_0 = 20 кВт$;

– Температура кипіння $t_0 = -40°C$;

– температура конденсації $t_k = 45°C$;

– холодильний агент – R134a;

– відносний внутрішній ККД компресорів 1 і 2 ступені $\eta_{oi} = 0,85$;

– параметри навколишнього середовища $p_0 = 0,101 МПа$; $T_0 = 273K$;

– температура повітря на вході в повітроохолоджувач $t_{a1} = -25°C$ та на виході $t_{a2} = -30°C$;

– теплота конденсації направляється в систему опалення "тепла підлога"; температура води на вході в конденсатор $t_{w1} = 35°C$, на виході з нього $t_{w2} = 40°C$

Завдання:

Виконати порівняльний розрахунок двоступеневих схем ПКХМ і каскадної схеми (холодильний агент нижнього каскаду R13). Порівняння виконати за коефіцієнтом термотрансформації циклу і ексергетичної ККД на заданому розрахунковому режимі (вихідні дані).

Вибрати цикл, що має найкращі показники, і досліджувати його на предмет впливу:

1) холодильного агента (R22; R134a; R600a; R142; R410A; R407C; R717);

2) проміжного тиску в циклі (досягнення однаковою мірою підвищення тиску в кожному ступені $p_{пр1} = \sqrt{p_к / p_0}$;досягнення однакової об'ємної продуктивності обох ступенів; тиск, певне за середнім $p_{пр2} = 0,5 \cdot (p_к + p_0)$; довільний вибір тиску: ступінь підвищення тиску в першій ступені менше, ступеня підвищення тиску в другому ступені $p^*_{пр} = 0,5 p_{пр1}$; ступінь підвищення тиску в першій ступені більше, ступеня підвищення тиску в другому ступені $p^*_{пр} = 2 p_{пр1}$);

3) температури перегріву пари в перший ступінь $\Delta t_{пер} = t_1 - t_0 = 0$; 5; 10; 15; 20; 30 °С;

4) температура конденсації $t_k = 0$; 10; 20; 30; 40; 50 °С.

1. Розрахунок регенеративной холодильноїмашини

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20 кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40^\circ C$;

температура конденсації: $t_к = 45^\circ C$;

холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142b.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{ізн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10^\circ C$

Ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

На малюнку 1.1 представлена схема регенеративної холодильної машини.

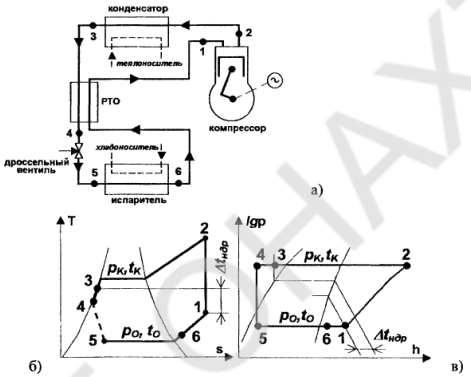


Рис. 1.1. Одноступенева холодильна машина (тепловий насос): а) Схема; б) цикл в діаграмі T-s; в) цикл в діаграмі lgp-h

1.1 Розрахунок циклу для холодильного агента R22

Побудову циклу в діаграмі lgp-h виконуємо за допомогою програмного продукту COOLPACK.

Температура холодильного агента на всмоктуванні в компресор:

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{пр} = -40 + 10 = -30^\circ C$$

У таблиці 1.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 1.1 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки					
	1	2	3	4	5	6
p, бар	1,05	17,29	17,29	17,29	1,05	1,05
t, $^\circ$C	-30	122	45	40,2	-40	-40
i, кДж/кг	394,7	485,5	256,4	250	250	388,3
v, м^3/кг	0,2158	-	-	-	-	-

Рівняння балансу для регенеративного теплообмінника:

$$\dot{m}_a \cdot (i_3 - i_4) = \dot{m}_a \cdot (i_1 - i_6)$$

$$i_4 = i_3 + i_6 - i_1 = 244 + 388,3 - 394,7 = 250 \frac{кДж}{кг}$$

Питоме теплове навантаження на випарник:

$$q_0 = i_6 - i_5 = 388,3 - 250 = 138,3 \frac{кДж}{кг}$$

Питоме теплове навантаження на регенеративний теплообмінник:

$$q_{рт} = i_3 - i_4 = 256,4 - 250 = 6,4 \frac{кДж}{кг}$$

Питоме теплове навантаження на конденсатор:

$$q_к = i_2 - i_3 = 485,5 - 256,4 = 229,1 \frac{кДж}{кг}$$

Питома ефективна робота компресора:

$$l_к = \frac{i_2 - i_1}{\eta_e} = \frac{485,5 - 394,7}{0,85} = 100,9 \frac{кДж}{кг}$$

Масова витрата холодильного агента:

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{20}{138,3} = 0,145 \frac{кг}{с}$$

Повне теплове навантаження на конденсатор:

$$\dot{Q}_к = \dot{m}_a \cdot q_к = 0,145 \cdot 229,1 = 33,21 кВт$$

Повне теплове навантаження на регенеративний теплообмінник:

$$\dot{Q}_{рт} = \dot{m}_a \cdot q_{рт} = 0,145 \cdot 6,4 = 0,9 кВт$$

Внутрішня потужність компресора:

$$N_K = \dot{m}_a \cdot l_к = 0,145 \cdot 100,9 = 14,6 кВт$$

Коефіцієнт перетворення холодильної машини:

НТБ ОНАХТ

$$COP = \frac{\dot{Q}_0}{N_K} = \frac{20}{14,6} = 1,371$$

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою.

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 1.2-1.8 Додаток А

1.2 Розрахунок циклу для холодильного агента R717

На малюнку 1.2 представлена схема і цикл в lgp-h координатах холодильної машини.

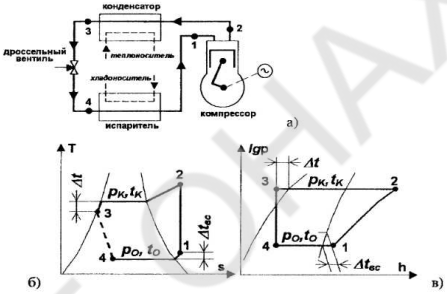


Рис. 1.2. Одноступінчата холодильна машина (тепловий насос):
а) Схема; б) цикл в діаграмі T-s; в) цикл в діаграмі lgp-h

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

Температура холодильного агента на всмоктуванні в компресор:

$t_1 = t_0 + \Delta t_{пр} = -40 + 10 = -30\,^{\circ}C$, где

У таблиці 6 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 6 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки			
	0,717	17,82	17,82	17,82
р, бар	-30	260	45	-45
t, °С	1429,4	2076,9	410,5	410,5
і, кДж/кг	1,6244	-	-	-
v, м^3/кг	0,717	17,82	17,82	17,82

Питоме теплове навантаження на випарник::

$$q_0 = i_6 - i_5 = 1429,4 - 410,5 = 1018,9 \frac{кДж}{кг}$$

Питоме теплове навантаження на конденсатор:

$$q_к = i_2 - i_3 = 2076,9 - 410,5 = 1666,4 \frac{кДж}{кг}$$

Питома ефективна робота компресора:

$$l_к = \frac{i_2 - i_1}{\eta_e} = \frac{2076,9 - 1429,4}{0,85} = 719,4 \frac{кДж}{кг}$$

Масова витрата холодильного агента:

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{20}{1018,9} = 0,02 \frac{кг}{с}$$

Повне теплове навантаження на конденсатор:

$$\dot{Q}_к = \dot{m}_a \cdot q_к = 0,02 \cdot 1666,4 = 32,7\, кВт$$

Споживча потужність компресора:

$$N_К = \dot{m}_a \cdot l_к = 0,02 \cdot 719,4 = 14,1 кВт$$

Коефіцієнт перетворення COP:

$$COP = \frac{\dot{Q}_0}{N_К} = \frac{20}{14,1} = 1,416$$

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 2.1-2.8

2. Розрахунок двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і одноразовим дроселюванням

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20 кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40^\circ C$;

Температура конденсації: $t_к = 45^\circ C$;

Холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142;

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0,85$;

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10^{\circ}C$;

Робоче тіло проміжного теплообмінника – повітря;

Температура недорекуперація в проміжному теплообміннику $\Delta t_{нр} = 10^{o}C$;

Приймаємо, що холодильний агент охолоджуєтьсяна $\Delta t = 10^{o}C$;

Ефективний КПД $\eta_e = 0,9$;

На малюнку 2.1 представлена схема регенеративної холодильної машини (теплового насоса).

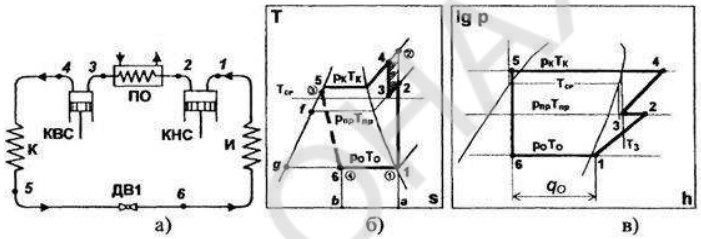


Рис. 2.1. Схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і одноразовим дроселюванням:
а) схема; б) цикл в діаграмі T-s; в) цикл в діаграмі lgp-h

На рис. 2.2 представлений графік зміни температур в межступенчатом проміжному теплообміннику в координатах t-F.

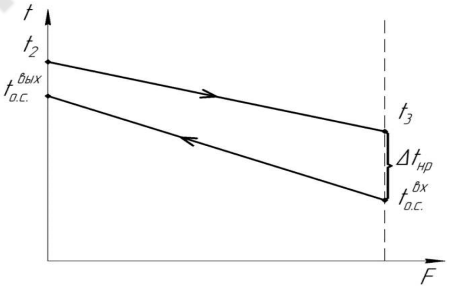


Рис. 2.2. Зміна температур в t-F координатах в межступенчатом проміжному теплообміннику

2.1 Розрахунок циклу для холодильного агента R22

Температура холодильного агента на всмоктуванні в компресор:

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{пр} = -40 + 10 = -30\,^{\circ}C$$

Проміжний тиск:

$$p_{пр} = \sqrt{p_0 \cdot p_к} = \sqrt{1,05 \cdot 17,29} = 4,26\,бар$$

Проміжна температура:

$$t_{пр}\left(p_{пр}\right) = -4,7\,^{\circ}C$$

Температура в точці 3:

$$t_3 = t_{ос.} + \Delta t_{пр} = 21 + 10 = 31\,^{\circ}C\text{, где}$$

$t_{о.с.}$ – температура повітря на вході в проміжний теплообмінник;

$\Delta t_{нр}$ - температура недорекупірації в проміжному теплообміннику;

В таблиці 2.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 2.1 – параметри в характерних точках циклу для R22

Параметри	Характерні точки					
	1	2	3	4	5	6
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26
t, ^{o}C	-30	41	31	113	45	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	429	478,2	256,4	256,4
v, м^3/кг	0,2158	-	0,0647	-	-	-

Питома ефективна робота стиснення першого ступеня:

$$l_{к1} = \frac{i_2 - i_1}{\eta_e} = \frac{436,1 - 394,7}{0,85} = 46\,\frac{кДж}{кг}$$

Питома ефективна робота в другому щаблі:

$$l_{к2} = \frac{i_4 - i_3}{\eta_e} = \frac{478,2 - 429}{0,85} = 54,7\,\frac{кДж}{кг}$$

Питома навантаження на випарник:

$$q_0 = i_1 - i_6 = 394,7 - 256,4 = 138,3\ \frac{кДж}{кг}$$

Питома теплове навантаження на конденсатор:

$$q_к = i_4 - i_5 = 478,2 - 256,4 = 221,8\ \frac{кДж}{кг}$$

Масова витрата холодильного агента:

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{20}{138,3} = 0,145\ \frac{кг}{с}$$

Повна теплове навантаження на конденсатор:

$$\dot{Q}_к = \dot{m}_a \cdot q_к = 0,145 \cdot 221,8 = 32,1\ кВт$$

Внутрішня потужність компресора:

$$N_{К1} = \dot{m}_a \cdot l_{к1} = 0,145 \cdot 46 = 6,7\ кВт$$

Внутрішня потужність компресора:

$$N_{К2} = \dot{m}_a \cdot l_{к2} = 0,145 \cdot 54,7 = 7,9\ кВт$$

Коефіцієнт перетворення циклу:

$$COP = \frac{\dot{Q}_0}{N_{К1} + N_{К2}} = \frac{20}{6,7 + 7,9} = 1,374$$

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 2.2-2.8

3. Розрахунок двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і паралельним дроселюванням.

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20\ кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^{\circ}C$;

Температура конденсації: $t_к = 45\,^{\circ}C$;

Холодильний агент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R142, R717.

НТБ ОНАХТ

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{ивн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10^{\circ}C$

Частка службового потоку $y = 0,1$

Ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

На малюнку 3.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і паралельним Дроселювання і цикл в T-s і lnp-h діаграмах.

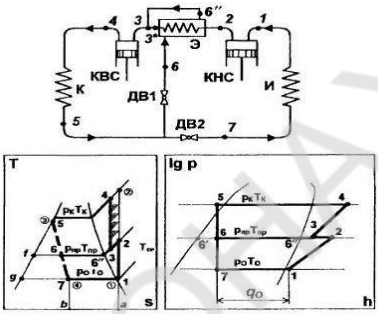


Рис. 3.1. Двухступенчатая холодильна машина з неповним проміжним охолодженням і паралельним Дроселювання

3.1 Розрахунок циклу для холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 3.1-3.8

4 Розрахунок двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і паралельним дроселюванням

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40^{\circ}C$;

Температура конденсації: $t_к = 45^{\circ}C$;

Холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{ивн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10^{\circ}C$

Частка службового потоку $y = 0,07$

Ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

На малюнку 4.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і паралельним дроселюванням цикл в T-s і lnp-h діаграмах.

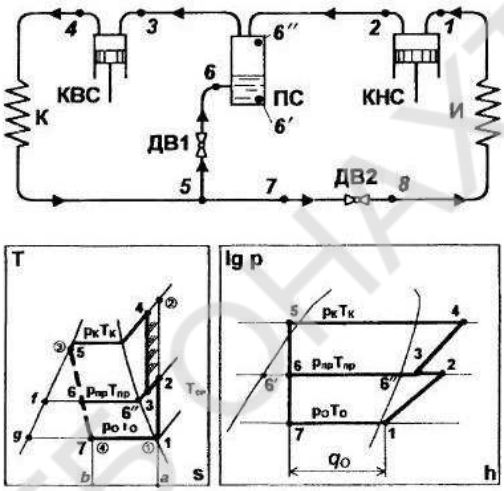


Рис. 4.1. Двухступенчатая холодильна з промпосудом

4.1 Розрахунок циклу холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

У таблиці 4.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 4.1 – параметри x / a в характерних точках циклу

Парамет-	Характерні точки								
ри	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26	4,26	4,26	1,05
t, ^{o}C	-30	41	12,2	93	45	-4,7	-4,7	-4,7	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	415,4	460,8	256,4	256,4	194,4	403,6	256,4
v, м^3/кг	0,2158	-	0,0585	-	-	-	-	-	-

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 4.2-4.8

5 Розрахунок двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і одноразовим дроселюванням

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^{\circ}C$;

Температура конденсації: $t_к = 45\,^{\circ}C$;

Холодильний агент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142;

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0{,}85$;

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10\,^{\circ}C$;

Ефективний ККД $\eta_e = 0{,}9$;

На малюнку 5.1 представлена схема регенеративної холодильної машини.

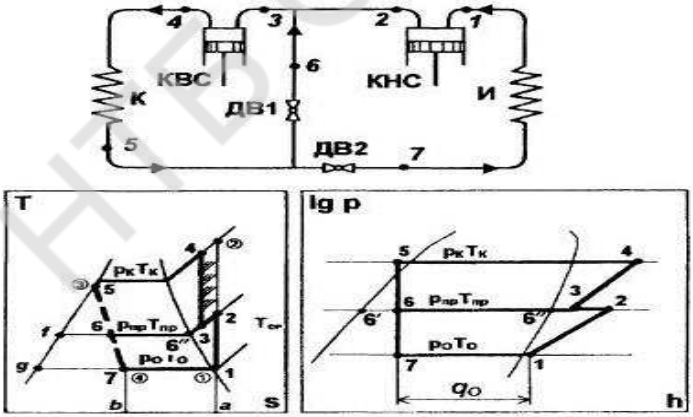


Рис. 5.1. Схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і одноразовим дроселюванням (схема с впрыском) а) Схема; б) цикл в діаграмі T-s; в) цикл в діаграмі lgp-h

5.1 Розрахунок циклу холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

У таблиці 5.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 5.1 – Параметри х / а в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки					
	1	2	3	4	5	6
р, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26
t, °С	-30	41	5,3	86	45	-40
і, кДж/кг	394,7	436,1	410,7	454,5	256,4	256,4
v, м^3/кг	0,2158	-	0,0576	-	-	-

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 5.2-5.8 Додаток Д.

6 Двоступенева холодильна машина з повним проміжним охолодженням і паралельним дросселюванням.

Холодопродуктивність $\dot{Q}_0 = 20 кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40^\circ C$;

Температура конденсації: $t_к = 45^\circ C$;

Холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10^\circ C$

Частка службового потоку $y = 0,1$

Ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

На малюнку 6.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і паралельним дроселюванням і цикл в T-s і lnp-h діаграмах.

НТБОНАХТ

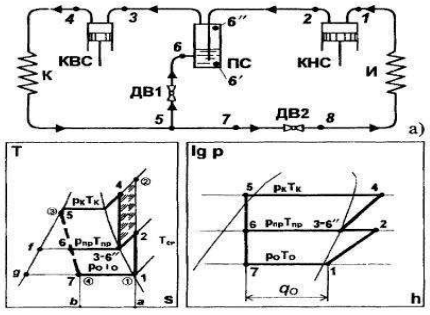


Рис. 6.1. Двоступенева холодильна машина з повним проміжним охолодженням і паралельним дроселюванням

6.1 Розрахунок циклу холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

У таблиці 6.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 6.1 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки								
	1	2	3	4	5	6	6'	6"	7
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26	4,26	4,26	1,05
t, ^oC	-30	41	-4,7	75	45	-4,7	-4,7	-4,7	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	403,6	445,2	256,4	256,4	194,4	403,6	256,4
v, $м^3$/кг	0,2158	-	0,0548	-	-	-	-	-	-

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 7.2-7.8

7 Розрахунок двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини (схема з економайзером)

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^\circ C$;

Температура конденсації: $t_к = 45\,^\circ C$;

Холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10\,^{\circ}C$

Ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

Температура недорекуперації в змійовику економайзера $\Delta t_{нр} = 2\,^{\circ}C$

На малюнку 7.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини за рахунок використання економайзера і цикл в T-s і lnp-h діаграмах.

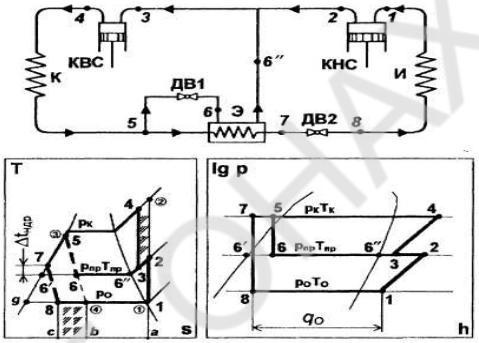


Рис. 7.1. Двоступенева холодильна машина з неповним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини (схема з економайзером)

7.1 з використанням холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

У таблиці 7.1 представлені параметри в характерних точкахциклу.

Таблиця 7.1 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки									
	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7	8
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26	4,26	4,26	1,05	1,05
t, ^{o}C	-30	41	27,8	110	45	-4,7	-4,7	-4,7	-2,7	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	426,7	475	256,4	256,4	194,4	403,6	196,8	196,8
v, м^3/кг	0,2158	-	0,0638	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 7.2-7.8

8 Розрахунок двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням і паралельним дросселированием

Холодопродуктивність $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^{\circ}C$;

Температура конденсації: $t_к = 45\,^{\circ}C$;

Холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0{,}85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10\,^{\circ}C$

Ефективний ККД $\eta_e = 0{,}9$

Температура недорекуперації в змійовику промпосудин $\Delta t_{нр} = 2\,^{\circ}C$

На малюнку 8.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини за рахунок використання промпосудин і цикл вT-s і lnp-h діаграмах

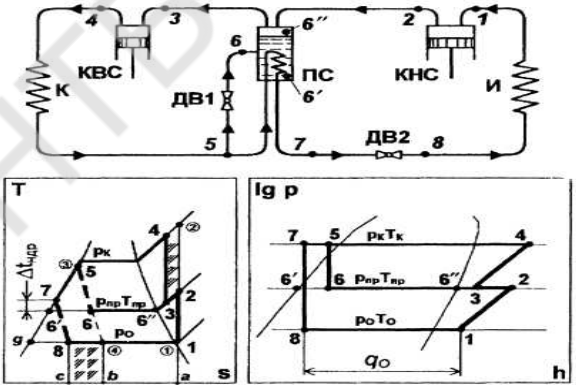


Рис. 8.1. Двоступенева холодильна машина з повним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини (схема з промпосудин).

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

В таблиці 8.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 8.1 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки									
	1	2	3	4	5	6	6'	6"	7	8
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26	4,26	4,26	1,05	1,05
t, ^oC	-30	41	27,8	110	45	-4,7	-4,7	-4,7	-2,7	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	426,7	475	256,4	256,4	194,4	403,6	196,8	196,8
v, $м^3$/кг	0,2158	-	0,0638	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 8.2-8.8

9. Розрахунок двоступеневої холодильної машини з повним проміжним охолодженням, паралельним дросселированием і переохолодженням рідини

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^\circ C$;

Температура конденсації: $t_к = 45\,^\circ C$;

Холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10\,^\circ C$

Температура недорекуперації в змійовику промпосудин $\Delta t_{нр} = 2\,^\circ C$

ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

На рис. 9.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з повним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини цикл в T-silnp-h діаграмах.

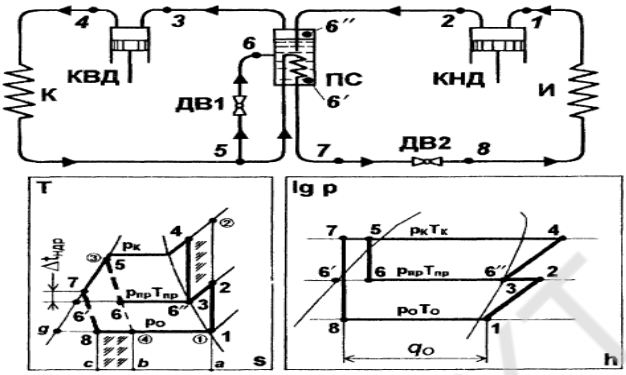


Рис. 9.1. Двоступенева холодильна машина з повним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини

9.1 Розрахунок циклу холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

У таблиці 9.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 9.1 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки									
	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7	8
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26	4,26	4,26	1,05	1,05
t, ^oC	-30	41	-4,7	75	45	-4,7	-4,7	-4,7	-2,7	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	403,6	445,2	256,4	256,4	194,4	403,6	196,8	196,8
v, $м^3$/кг	0,2158	-	0,0638	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 9.2-9.8

10 Двоступенева холодильна машина з неповним проміжним охолодженням і послідовним дросселированием

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^\circ C$;

Температура конденсації: $t_к = 45^\circ C$;

Холодильнийагент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10^\circ C$

Ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

Температура недорекуперації в змійовику промпосудин $\Delta t_{нр} = 2^\circ C$

На малюнку 10.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з неповним проміжним охолодженням, послідовним дроселюванням і цикл в T-s і lnp-h діаграмах.

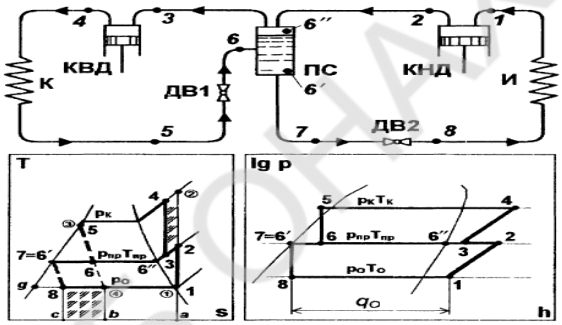


Рис. 10.1. Двоступенева холодильна машина з неповним проміжним охолодженням, послідовним дроселюванням

10.1 Розрахунок циклу холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

У таблиці 10.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 10.1 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки									
	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7	8
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26	4,26	4,26	4,26	1,05
t, ^oC	-30	41	-4,7	75	45	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	426,5	474,9	256,4	256,4	194,4	403,6	194,4	194,4
v, $м^3$/кг	0,2158	-	0,0637	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 10.2-10.8

11 Двоступенева холодильна машина з повним проміжним охолодженням і послідовним дросселюванням

Холодопродуктивність: $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^\circ C$;

Температура конденсації: $t_к = 45\,^\circ C$;

Холодильний агент: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{івн} = 0{,}85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10\,^\circ C$

Ефективний ККД $\eta_e = 0{,}9$

Температура недорекуперації в змійовику промпосудин $\Delta t_{нр} = 2\,^\circ C$

На малюнку 11.1 представлена схема двоступеневої холодильної машини з повним проміжним охолодженням, послідовним дроселюванням і цикл в T-s і lnp-h діаграмах.

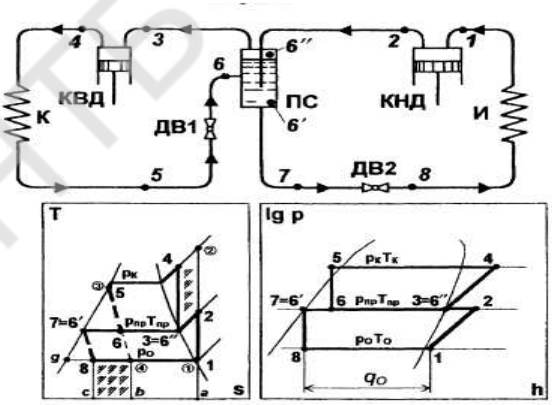


Рис. 11.1. Двоступенева холодильна машина з повним проміжним охолодженням, послідовним дроселюванням

11.1 Розрахунок циклу холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

У таблиці 11.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 11.1 – Параметри x / a в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки									
	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7	8
p, бар	1,05	4,26	4,26	17,29	17,29	4,26	4,26	4,26	4,26	1,05
t, °C	-30	41	-4,7	75	45	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-40
i, кДж/кг	394,7	436,1	403,6	445,2	256,4	256,4	194,4	403,6	194,4	194,4
v, м^3/кг	0,2158	-	0,0548	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунки для інших x / a (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 2.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 11.2-11.8

12 Розрахунок каскадної холодильної машини

Холодопродуктивність $\dot{Q}_0 = 20\,кВт$;

Температура кипіння: $t_0 = -40\,^{\circ}C$;

температура конденсації: $t_к = 45\,^{\circ}C$;

Холодильний агент верхнього каскаду: R22, R134a, R600a, R410A, R407C, R717, R142.

Холодильний агент нижнього каскаду: R13

Відносний внутрішній ККД компресорів: $\eta_{ізн} = 0,85$

Температура перегріву холодильного агента на всмоктуванні в компресор $\Delta t_{пр} = 10\,^{\circ}C$

Ефективний ККД $\eta_e = 0,9$

На малюнку 12.1 представлена схема регенеративної холодильної машини.

НЕ ДЛЯ ПРОДАЖУ

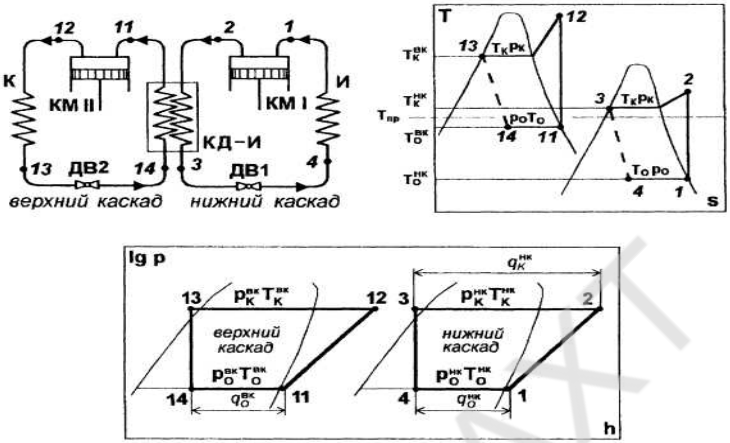


Рис. 12.1. Каскадна холодильна машина (Схема і цикли в діаграмі T-s і lgp-h)

Проміжна температура в конденсаторі-випарнику:

$$t_{пр} = \sqrt{(273+t_0)\cdot(273+t_K)} = \sqrt{(273-40)\cdot(273+45)} = -1\,^{\circ}C$$

Температура конденсації нижнього каскаду:

$$t_{K,н} = t_{пр} + 5 = -1 + 5 = 4\,^{\circ}C$$

Температура кипіння верхнього каскаду:

$$t_{0,B} = t_{пр} - 5 = -1 - 5 = -6\,^{\circ}C$$

12.1 Нижній каскад з використанням холодильного агента R13

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

Температура холодильного агента на всмоктуванні в компресор:

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{пр} = -40 + 10 = -30\,^{\circ}C$$

У таблиці 12.1 представлені параметри в характерних точках циклу.

НТБ ОНАХТ

Таблиця 12.1 – Параметри в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки			
	1	2	3	4
p, бар	1	2	3	4
t, °C	6,1	21,8	21,8	6,1
i, кДж/кг	-30	31,5	4	-40
v, м^3/кг	287,6	314,3	204,9	204,9

Питоме теплове навантаження на випарник:

$$q_0 = i_1 - i_4 = 287,6 - 204,9 = 82,7 \ \frac{кДж}{кг}$$

Питоме теплове навантаження на конденсатор:

$$q_к = i_2 - i_3 = 314,3 - 204,9 = 109,4 \frac{кДж}{кг}$$

Питома ефективна робота компресора:

$$l_к = \frac{i_2 - i_1}{\eta_e} = \frac{314,3 - 287,6}{0,85} = 29,7 \frac{кДж}{кг}$$

Масова витрата холодильного агента:

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{20}{82,7} = 0,242 \frac{кг}{с}$$

Повне теплове навантаження на конденсатор:

$$\dot{Q}_к = \dot{m}_a \cdot q_к = 0,242 \cdot 109,4 = 26,5 кВт$$

Внутрішня потужність компресора:

$$N_{КІ} = \dot{m}_a \cdot l_к = 0,242 \cdot 29,7 = 7,2 кВт$$

12.2 Верхній каскад з використанням холодильного агента R22

Побудова циклу в діаграмі lgp-h виконується за допомогою програмного продукту COOLPACK.

Холодопродуктивність для верхнього каскаду дорівнює тепловому навантаженню на конденсатор нижнього каскаду, тоді $\dot{Q}_0 = \dot{Q}_к = 26,5 кВт$.

Температура холодильного агента на всмоктуванні в компресор:

НТБОНАХТ

$t_1 = t_0 + \Delta t_{пр} = -6 + 10 = 4^\circ C$, где

У таблиці 12.2 представлені параметри в характерних точках циклу.

Таблиця 12.2 – Параметри х / а в характерних точках циклу

Параметри	Характерні точки			
	1	2	3	4
p, бар	1,2	6	6	1,2
t, °C	4	66	45	-6
i, кДж/кг	640	686	472	472
v, м^3/кг	0,06	-	-	-

Питоме теплове навантаження на випарник:

$$q_0 = i_1 - i_4 = 640 - 472 = 168 \frac{кДж}{кг}$$

Питоме теплове навантаження на конденсатор:

$$q_к = i_2 - i_3 = 686 - 472 = 214 \frac{кДж}{кг}$$

Питома ефективна робота компресора:

$$l_к = \frac{i_2 - i_1}{\eta_e} = \frac{686 - 640}{0,85} = 51 \frac{кДж}{кг}$$

Масова витрата холодильного агента:

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{26,5}{168} = 0,157 \frac{кг}{с}$$

Повне теплове навантаження на конденсатор:

$$\dot{Q}_к = \dot{m}_a \cdot q_к = 0,157 \cdot 214 = 33,7 кВт$$

Внутрішня потужність компресора:

$$N_{КІІ} = \dot{m}_a \cdot l_к = 0,157 \cdot 51 = 8 кВт$$

Коефіцієнт перетворення циклу:

$$COP = \frac{\dot{Q}_0}{N_{KI} + N_{KII}} = \frac{20}{7,2+8} = 1,318$$

Розрахунки для інших х / а (R134a, R600a, R410A, R407C, R142b, R717) виконуємо за аналогічною методикою (п. 12.1).

Результати вибору параметрів у характерних точках циклів і основні енергетичні характеристики заносимо в відповідні таблиці: 12.2-12.8

Висновок

У даній роботі був виконаний розрахунок різних холодильних машин з допоміжними елементами, які як підвищували енергоефективність холодильної машини, так і в деяких випадках погіршували. На рисунку 13.1 представлена гістограма, що складається з 12 секцій (відповідних розрахованим циклам) кожна з яких в свою чергу складається з 7 значень коефіцієнтів енергоефективності COP для кожного холодильного агента.

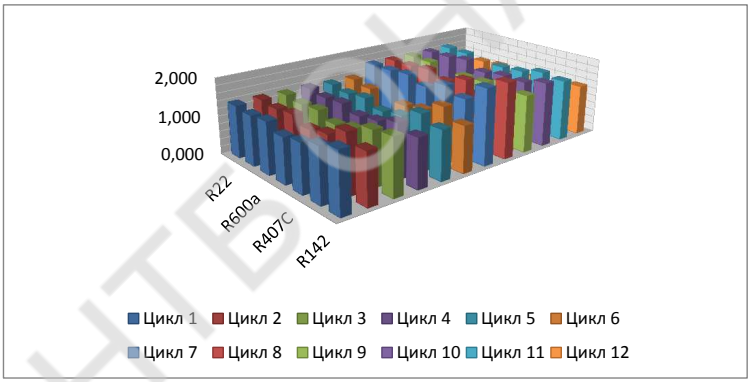


Рис. 13.1. COP циклів із застосуванням різних холодильних агентів

На рисунку 13.1 представлена гістограма, в якій наведено максимальні значення COP і кращий для даного циклу холодильний агент, завдяки якому і досягається максимальне значення.

Було виконано розрахунок порівняння за типами охолодження і дроселювання. Порівнюючи основні енергетичні двоступеневих ПКХМ, було виявлено що найбільш ефективною машиною являється двоступенева холодильна машина з неповним проміжним охолодженням, паралельним Дроселювання і переохолодженням рідини (схема з економайзером), яка працює на фреоні R142.

Список літератури

1. Н.Н. Кошкин, И.А. Сакун и др. Холодильные машины. – Л.: Машиностроение, 1985 – 542 с.

2. Е.М. Бамбушек, Н.Н. Бухарин и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. – Л.: Машиностроение, 1987 – 424 с.

3. Н.М. Чернавский. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1989.

5. Техника низких температур под редакцией И.П. Усюкина. – М.: Пищевая промышленность, 1977 – 244 с.

6. Холодильные компрессоры. Справочник под ред. А.В. Быкова и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981 – 279 с.

7. Данилова Г.Н., Богданов С.Н. и др. «Теплообменные аппараты холодильных установок» – Л.: Машиностроение, 1986 – 303 с.

8. Михеев М.А., Михеева И.М. «Основы теплопередачи» – М.: Энергия, 1973 – 320 с.

9. Идельчик И.Е. «Справочник по гидравлическим сопротивлениям» – М.: Машиностроение, 1975 – 560 с.

10. Ястребова Н.А. Технология машиностроения: Учебник для студентов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки». – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.: ил.

11. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів і дипломних робіт із спеціальностей 090520 «Холодильні машини та установки» та 090508 «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» для студентів денної форми навчання.Укладач доцент Ю.М.Вертепов, СумДУ 2005,10 с.

НТБОНАХТ

TABLE OF CONTENTS

1. FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY 7

BEVERAGES-BIOPROTECTORS WITH HIGH ANTIOXIDANT PROPERTIES
Author – Bezzodina A., Oliinyk M., Supervisor – Dziuba N. 7

APPLICATION OF A QUALIMETRIC MODEL FOR PREDICTING QUALITY INDICATORS AT THE DEVELOPMENT OF CANNED FOOD "SECOND DINNED DISHES" WITH ADDED PROPELLED WHEAT GRAIN
Author – Babich N., Supervisor – Zenkova M. 44

THE TECHNOLOGY OF DRINKING BREAKFAST USING FOOD COMPOSITIONS FROM PLANT RAW MATERIALS
Author – Serenko A., Supervisor – Vitryak O. 62

A PROMISING TECHNOLOGY FOR MAKING BITTER TINCTURES FROM AMARANTH
Author – Zhunusova M., Supervisor – Ibraimova S. 80

TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND QUALITY INDICATORS OF HULLED WHEAT
Author – Zhyhunova H., Supervisor – Stankevych H. 98

INCREASING THE SHELF LIFE OF CUTLETS OF TYPE «HAMBURGER»
Author – Lisnik D., Chistiukhin D., Supervisor – Irina H. 111

USING OF NEW PROGRESSIVE TECHNIQUES FOR STUDY OF THE COW'S MILK QUALITY AND SAFETY
Author – Polunina T., Supervisor – Radchenko A. 126

RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF DEVELOPED FUNCTIONAL PRODUCTS FOR PROFILACTIC TREATMENT
Author – Zymlianskyi M., Supervisor – Kaliuzhna O. 149

PRODUCT SCREENING OF FOODS FOR PRESCHOOL AND SCHOOL AGE AND THEIR WEB-REPRESENTATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS
Author – Bolsun A., Kovalova Y., Makarenko A., Medjakova E., Supervisor – Masanskyi S. 167

ENRICHMENT OF GEORGIAN CHEESE WITH BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS OF SAPERAVI
Author – Maisuradze G., Supervisor – Elanidze L. 197

НЕ ОНАХТ

THE USING OF PRODUCTS OF PROCESSING HONEYSUCKLE
IN THE TECHNOLOGY OF FONDANT-CREAM SWEETS
Author – Denysenko I., Supervisor – Kokhan O. 208

2. ECONOMICS AND ADMINISTRATION..... 229

CONSOLIDATION OF TRANSPORTATION AND WAREHOUSING
PROCESSES ON THE INTERNATIONAL MARKET AS A COMPROMISE
BETWEEN EXPENSES AND QUALITY OF LOGISTICS SERVICES
Author – Pavelchuk M., Supervisor – Pokhylchenko O. 229

THE MANAGEMENT STRUCTURES' ORGANIZATION
AND ITS FORMATION AT THE CONFECTIONARY INDUSTRY
ENTERPRISES BASED ON THE LOGISTICS PRINCIPLES
Author – Paschyna A., Supervisor – Sedikova I. 252

STYLES AND METHODS OF LEADERSHIP AND THEIR IMPACT
ON ORGANIZATIONAL BEHAVIOR OF EMPLOYEES
(ON THE EXAMPLE OF JSC "GLZ" CENTROLIT ")
Author – Garelenko A., Supervisor – Drahun M. 275

DEVELOPMENT OF YOUTH ENTREPRENEURSHIP
BY THE WAY STARTUP-MOVEMENT SUPPORT IN UKRAINE
Author – Semenov A., Supervisor – Kushnir T. 293

THE STRATEGY OF PROVIDING COMPETITIVENESS
OF THE ENTERPRISE IN THE IT INDUSTRY
Author – Moroz A., Sharaenko O., Supervisor – Pizhuk O. 312

ASSESSMENT OF THE OPTIMAL CAPITAL STRUCTURE
OF UKRAINIAN AGRICULTURAL HOLDINGS
(KERNEL HOLDING S.A., MHP S.A.)
Author – Fedorova T., Minina V., Supervisor – Kulakovsky T. 337

BASIS OF INTELLECTUAL SECURITY MANAGEMENT
OF THE ENTERPRISE
Author – Kemskaya V., Supervisor – Maznyk L. 356

ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL FORMS
OF IMPLEMENTATION OF INNOVATIONS IN MEDIUM-SIZED
ENTERPRISES OF FOOD INDUSTRY
Author – Paliichuk V., Supervisor – Pasichnyk Y. 385

POTENTIAL OF THE AUTO BUSINESS: THE ANALYSIS
OF THE EFFICIENCY OF USE
Author – Yaroshenko O., Zinchenko V., Supervisor – Riepina I. 395

НДОАКТ

STUDY AND FORMULATION OF THE ORGANIZATIONAL RECOMMENDATIONS: HOW TO REDUCE THE COST OF CUSTOMER SERVICE IN THE TAXI COMPANIES?
Autor – Gniady M., Kowalczyk J., Kuśnierz J., Lichwała A., Mikołajczyk M., Supervisor – Okulicz-Kozaryn W. 414

TEPLODAR – CITY OF CRAFTSMEN
Author – Zhikhareva N., Novikova O., Supervisor – Braiko M. 420

CREATING A VALUE DRIVER TREE AS AN ELEMENT OF INFLUENCE ON THE INDICATORS OF THE FINANCIAL STATE OF THE ENTERPRISE
Author – Dashchenko O., Supervisor – Kasianova A. 440

RESEARCH METHODS FOR CALCULATION COMMERCIAL GOODS` PRODUCTION EFFICIENCY IN AGRICULTURE450
Author – Coleva D., Supervisor – Parmacli D. 450

3. AUTOMATION 459

DEVELOPMENT OF REMOTE CONTROL TO TRANSMIT AND DATA PROCESSING WEATHER INFORMATION IN REAL TIME
Author – Romanchenko N., Supervisor – Palahin V. 459

ESTIMATION OF CRITICAL SPEED AND STABILITY OF MOTION IN THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF RAIL TRANSPORT
Author – Kharchenko A., Supervisor – Zakovorotnyi O. 475

4. IT TECHNOLOGIES AND CYBERSECURITY 493

MULTIDIMENSIONAL WAVELET NEURON AND ITS LEARNING FOR PATTERN RECOGNITION TASKS IN THE INTERNET OF THINGS APPLICATIONS
Author – Oskerko S., Lutsan V., Supervisor – Vynokurova O. 493

USING OF NLP TECHNOLOGIES FOR EVALUATING THE CRYPTOCURRENCY RATES
Author – Gryekhvodov B., Supervisor – Kanishcheva O. 508

INVESTIGATION OF CODE-BASED CRYPTOGRAPHIC TRANSFORMATIONS AND DIGITAL SIGNATURE SCHEMES
Author – Kiian A., Supervisor – Svatovskyi I. 525

RESEARCH OF INTELLIGENT NETWORK SERVICES TRAFFIC IN NGN
Author – Kondratenko A., Kyslenko M., Supervisor – Kniazeva N. 540

SOFTWARE TRAINER FOR DEMONSTRATING VULNERABILITIES OF WEB APPLICATIONS
Author – Babiychuk V., Supervisor – Smyrnova K. 555

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

DEVELOPMENT OF A GRAPHICAL USER INTERFACE FOR EGG QUALITY ASSESSMENT BASED ON A COMPUTER VISION SYSTEM
Author – Zhelezarova P., Paskova N., Supervisor – Georgieva T. 567

DYNAMIC PROPERTIES OF PROVIDING CYBERSECURITY PROCESSES AT THE EXAMPLE OF CYBERSECURITY'S AUDIT
Author – Kozlova O., Supervisor – Kononovych V. 573

5. RENEWABLE ENERGY SOURCES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION 598

MODELLING OF PHOTOVOLTAIC SOLAR CELLS BY MODIFYING FINS CONFIGURATION OF THE AIR-COOLED HEAT SINKS FOR POWER GENERATION
Author – Siarova A., Supervisor – Shixue Wang 598

THE PROSPECTS OF APPLICATION THE GENERATORS WITH PERMANENT MAGNETS FOR SMALL WIND POWER PLANTS
Author – Sergienko I., Supervisor – Shevchenko V. 614

COMPARISON OF VARIOUS METHODS FOR REDUCING GASOLINE LOSSES DURING STORAGE USING ECOLOGICAL AND ENERGY CRITERIA
Author – Oleksenko O., Supervisor – Volhusheva N. 636

DEVICE FOR CLEANING OF FLUE GASES FROM SULFUR OXIDES AND CARCINOGENIC RESIN
Author – Mukminov I., Supervisor –Kogut V., Boshkova I. 654

THE IDENTIFICATION OF PLANTS-INDICATORS OF POLLUTION OF TERRITORIES BY HEAVY METALS IN THE ZONE OF EFFECTS OF HEAT-ELECTRICAL POWER STATIONS
Author – Konopelko O., Supervisor – Pozniak A. 663

INTENSIFICATION OF THE MATERIAL DRYING PROCESS WITH USE OF THE MICROWAVE FIELD ENERGY
Author – Mykhailova O., Supervisor – Boshkova I. 676

ECOLOGICAL SAFETY OF FOOD PRODUCTS GROWN WITHIN THE URBOHEOSYSTEM
Author – Medvedeva Yu., Supervisor – Nekos A. 690

OBTAINING OF Cu_2ZnSnS_4 THIN FILMS AS AN ACTIVE LAYER OF SOLAR CELL
Author – Musharovskyi O., Supervisor – Hilchuk A. 710

ELECTRIC PASSENGER TRANSPORT VEHICLES: TECHNICAL CHARACTERISTICS AND ENERGY EFFICIENCY
Author – Ivanov R., Supervisor – Koev K. 725

ПРОЕКТ

6. REFRIGERATING MACHINES AND EQUIPMENT 734

THE REFCONTAINER REFRIGERATING MACHINE FOR A TRANSPORTATION OF THE FROZEN BLUEFIN TUNA CARCASSES
Author – Yerema V., Supervisor – Sokolovska-Yefymenko V. 734

A NOVEL TWO-STAGE EJECTOR REFRIGERATORWITH MIXED REFRIGERANTS
Author – Xuehui Wang, Yifan Zhou, Yini Pan, Guangming Chen, Supervisor – Wang Xuehui 747

USE OF COOLING POTENTIAL ABSORBTION-ELECTRIC REFRIGERATING MACHINE
Author – Bohza L., Bodu D., Supervisor – Radchenko A. 758

SAFETY ASPECTS OF THE RETROFIT OF R404A IN A WALK-IN COOLER
Author – Radosław Paweł Szczakowski, Supervisor – Tomasz Łokietek 785

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE PAROCOMPRESSION REFRIGERATING MACHINE FOR THE ENERGY EFFICIENCY OF THE RECEIPT OF A COLD UNIT
Author – Yemelianenko A., Supervisor – Kozin A. 796

НТБ ОНАХТ

Наукове видання

Міжнародний конкурс студентських наукових робіт

BLACK SEA SCIENCE 2018

Матеріали

НТБ ОНАХТ

Верстка – Н.М. Ковальчук

Формат 60х84/16. Гарнітура Times New Roman.
Умовно-друк. арк. 48,07. Тираж 300. Замовлення № 0518-105.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а, офіс 105
Телефон +38 (0552) 39 95 80
E-mail: mailbox@helvetica.com.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4392 від 20.08.2012 р.