

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОНОМІКИ І
МЕНЕДЖМЕНТУ ім. Г. Е. Вейнштейна

Факультет – Менеджменту, маркетингу і публічного адміністрування
Кафедра – Менеджменту і логістики
Ступінь вищої освіти – перший (бакалавр)
Спеціальність – 073 Менеджмент
Освітня програма – «Менеджмент»



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**на тему: «Дослідження напрямів розвитку ринку етанолу в Україні та
формування методичного інструментарію»**

ШИФР КРБ. МІЛ.1.628-03.1.7

Здобувачка Тетяна ВІВСЯНКО

Керівник: д.е.н., професор Ігор САВЕНКО

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 10.06.2024 р., протокол № 15

Завідувач кафедри менеджменту і логістики _____ Ірина СЕДІКОВА

Одеса – 2024

Одеський національний технологічний університет

Факультет

Кафедра

Ступінь вищої освіти

Спеціальність

Освітня програма

Менеджменту, маркетингу і
публічного адміністрування

Менеджменту і логістики

Перший (бакалаврський)

073 – Менеджмент

Менеджмент

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувачка кафедри МіЛ

(підпис)

“ ____ ” 2024 р.

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу магістра

Тетяна ВІВСЯНКО

1. Тема роботи: «Дослідження напрямів розвитку ринку етанолу в Україні та формування методичного інструментарію» затвердженою наказом по університету від 30.10. 2023 р. № 628-03.

2. Термін задачі студентом закінченої роботи 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані роботи: звіти діяльності підприємства, законодавчі акти, статистичні збірники, наукові публікації вчених менеджерів та економістів

4. Вступ. Розділ 1. Теоретичні основи сутності наукового дослідження ринку. 1.1. Теоретичні основи формування методичного інструментарію дослідження ринку. 1.2 Класифікація та характеристика науково-дослідних робіт. 1.3. Формування ідеї та визначення методів наукового дослідження . Висновки до розділу 1. Розділ 2. Біоенергетика – інноваційний вектор забезпечення світової економіки енергетичними ресурсами. 2.1. Світовий ринок відновлювальної енергетики. 2.2. Аналіз національного ринку етанолу. 2.3. Технологічні аспекти технологій виробництва етанолу . Висновок до розділу 2. Розділ 3. Дослідження потенціалу національної економіки України з виробництва та використання етанолу. 3.1. Дослідження сировинних відновлювальних джерел виробництва етанолу. 3.2. Технічне забезпечення галузі виробництва етанолу. 3.3. Розвиток галузі з виробництва етанолу- інноваційний шлях відходу від сировинної моделі аграрного сектора. Висновки до розділу 3. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) таблиць 11 рисунків 7.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання 30.10.23 р.

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

здобувачів вищої освіти, які навчаються за СВО «Магістр» факультету менеджменту, маркетингу та публічного адміністрування, спеціальності 073 «Менеджмент» освітньо-професійної програми «Менеджмент» денної форми навчання

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження комплексної практики	13.02-07.04.24	виконано
2	Захист звіту з практики	08.04-09.04.24	виконано
3	Розробка I розділу	10.04-01.05.24	виконано
4	Розробка II та III розділів та інших складових кваліфікаційної роботи	02.05-14.04.24	виконано
5	Розгляд науковим керівником чорнового варіанту кваліфікаційної роботи	15.05-18.05.24	виконано
6	Доопрацювання роботи з урахуванням пропозицій наукового керівника	19.05-22.05.24	виконано
7	Розгляд науковим керівником чистового варіанту кваліфікаційної роботи	23.05-27.05.24	виконано
8	Нормоконтроль роботи	28.05-04.06.24	виконано
9	Перевірка роботи на плагіат	28.05-04.06.24	виконано
10	Малий захист та доробка роботи по результатах малого захисту	05.06-11.06.24	виконано
11	Передача роботи завідувачу кафедри для отримання дозволу на захист	12.06-17.06.24	виконано
12	Зовнішнє рецензування кваліфікаційної роботи	18.06-27.06.24	виконано
13	Захист кваліфікаційної роботи	24.06-27.06.24	виконано

Здобувачка _____

Керівник роботи _____

(підпис)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник _____ Тетяна ВІВСЯНКО

АНОТАЦІЯ

Актуальність дослідження.

Україна має великий потенціал для виробництва та споживання біопалива. Особливо в сьогоденних складних економічних умовах біопаливо має вирішальне значення для забезпечення сталого розвитку вітчизняного аграрного сектору. Вітчизняна біопаливна промисловість виробляє біогаз, біоетанол та "зелену" електроенергію. Кожен з цих видів біопалива частково розроблений та реалізується на ринку. Дослідження біоенергетичної галузі в Україні та підготовка рекомендацій щодо її розвитку мають велике значення і представлені в даній магістерській роботі.

У першому розділі **«Теоретичні основи сутності наукового дослідження ринку»** розглянуто теоретичні основи формування методичного інструментарію дослідження ринку, проведено класифікація та характеристика науково-дослідних робіт, досліджено процес формування ідеї та визначення методів наукового дослідження, надано висновки до розділу 1.

У другому розділі **«Біоенергетика – інноваційний вектор забезпечення світової економіки енергетичними ресурсами»** здійснено моніторинг світового ринку відновлювальної енергетики, досліджено роль біоенергетики, як інноваційного вектора заміщення вуглеводнів, здійснено аналіз ринку етанолу, надано висновок до розділу 2.

У третьому розділі **«Дослідження потенціалу національної економіки України з виробництва та використання етанолу»** проведено аналіз технології виробництва біоетанолу, досліджено сировинний потенціал енергетичних культур в Україні, розглянуто економічні аспекти розвитку галузі з виробництва етанолу, зроблено висновки до розділу 3. Надано узагальнені висновки до роботи.

Кваліфікаційна робота магістра містить 88 сторінки, 12 таблиць, 8 рисунків. Перелік посилань нараховує 51 найменування.

Ключові слова: наукове дослідження, методичний інструментарій, етанол, ринок етанолу, відновлювальні джерела, сировинна модель.

ABSTRACT

Relevance of research. Ukraine has quite strong prospects for the production and consumption of biological fuels. Biofuel, especially in today's difficult economic conditions, is very important in ensuring the sustainable development of the domestic agricultural sector. The domestic biofuel industry produces biogas, bioethanol and "green" electricity. Each of these types of biofuels is partially developed and presented on the market. The study of the field of bioenergy of

In the first chapter, "Theoretical foundations of the essence of scientific market research", the theoretical foundations of the formation of the methodological toolkit of market research, the process of forming the idea and the definition of scientific research methods, and the theoretical foundations of the formation of the methodological toolkit of market research are summarized, conclusions are given to chapter 1.

In the second chapter "Bioenergy - an innovative vector of providing the world economy with energy resources", the world market of renewable energy is monitored, the role of bioenergy as an innovative vector of hydrocarbon substitution is investigated, the ethanol market is analyzed, and a conclusion to chapter 2 is provided.

In the third chapter, "Investigation of the potential of the national economy of Ukraine for the production and use of ethanol", an analysis of bioethanol production technology was carried out, the raw material potential of energy crops in Ukraine was studied, the economic aspects of the development of the ethanol production industry were considered, conclusions were drawn for chapter 3. Generalized conclusions for the work were provided.

The master's qualification work contains 88 pages, 12 tables, figures. The list of references includes 51 names.

Key words: scientific research, methodical tools, ethanol, ethanol market, renewable sources, raw material model.

ЗМІСТ

	Стор
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУТНОСТІ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ	9
1.1. Теоретичні основи формування методичного інструментарію дослідження ринку	9
1.2. Класифікація та характеристика науково-дослідних робіт	14
1.3. Формування ідеї та визначення методів наукового дослідження	20
Висновки до розділу 1	28
РОЗДІЛ 2. БІОЕНЕРГЕТИКА – ІННОВАЦІЙНИЙ ВЕКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РЕСУРСАМИ	29
2.1. Світовий ринок відновлювальної енергетики	29
2.2. Біоенергетика – інноваційний вектор заміщення вуглеводнів	38
2.3. Ринок етанолу – потужна складова відновлювальної енергетики України	47
Висновки до розділу 2	58
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ З ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕТАНОЛУ	59
3.1. Техніка та технологія виробництва біоетанолу	59
3.2. Сировинний потенціал енергетичних культур в Україні	69
3.3. Економічні аспекти розвитку галузі з виробництва етанолу	75
Висновки до розділу 3	82
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85

ВСТУП

Актуальність дослідження. Україна має великий потенціал для виробництва та споживання біопалива. Особливо в сьгоднішніх складних економічних умовах біопаливо має вирішальне значення для забезпечення сталого розвитку вітчизняного аграрного сектору. Вітчизняна біопаливна промисловість виробляє біогаз, біоетанол та "зелену" електроенергію. Кожен з цих видів біопалива частково розроблений та реалізується на ринку. Дослідження біоенергетичної галузі в Україні та підготовка рекомендацій щодо її розвитку мають велике значення і представлені в даній магістерській роботі.

Ступінь дослідження проблеми. Проблема виробництва та споживання біоенергетичних ресурсів в світі та Україні тривалий час не знаходить рішення при тому, що Україна володіє потужною сировинною базою їх виробництва. Проблема досліджується як закордонними так і вітчизняними науковцями: Бажал Ю., Бататін О., Долінський А.А., Ободович О.М., Калетник Г.М., Геєць, М. Зубець, Г. Калетнік, В. Семиноженко, С. Пирожков та інта іншими науковцями. Незважаючи на активність роботи в даному напрямку, ступінь дослідження проблеми залишаються не повністю розкритою.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування та розробка теоретичних положень та практичних рекомендацій щодо процесу дослідження напрямів розвитку ринку етанолу в Україні та формування методичного інструментарію»

Основними завданнями, що стояли для досягнення поставленої мети:

- дослідити теоретичні основи формування методичного інструментарію дослідження ринку;
- визначити специфіку технологій виробництва біоетанолу з різних видів сировини;

– дослідити ринок етанолу, як потужної складової відновлювальної енергетики України

– виявити сировинний потенціал енергетичних культур в Україні;

–дослідити економічні аспекти розвитку галузі з виробництва етанолу

Об'єктом дослідження виступає процес дослідження напрямів розвитку ринку етанолу в Україні та формування методичного інструментарію.

Предметом дослідження виступають теоретичні положення та практичні рекомендації щодо процесу дослідження напрямів розвитку ринку етанолу в Україні та формування методичного інструментарію.

Методи дослідження. Теоретичною і методичною основою проведених досліджень стали наукові концепції і теоретичні розробки провідних вітчизняних і закордонних учених в царині розвитку ринку етанолу в Україні. У процесі досліджень застосовувались: метод теоретичного узагальнення та порівняння, індукції та дедукції, системний метод, метод синтезу та методи аналізу та динаміки.

Інформаційно-нормативною базою виконаного дослідження виступають загальнонаукові положення та закони функціонування ринкової економіки, наукові праці класиків економічної теорії, менеджменту та публікації провідних вчених і фахівців з проблем розвитку галузі екоенергетики. Інформаційну базу дослідження склали офіційні статистичні матеріали Держкомстату України, інформаційні ресурси мережі INTERNET.

Практична значущість кваліфікаційної роботи. Запропоновані у роботі пропозиції щодо розвитку галузі з виробництва етанолу виступають інноваційним вектором переходу від сировинної моделі функціонування аграрного сектора до промислового, дасть можливість знизити логістичні експортні витрати, знизити залежність від імпорту палива для транспорту з двигунами внутрішнього згорання.

Кваліфікаційна роботи другого (магістерського) ступеня вищої освіти містить 89 сторінки, 12 таблиці. Перелік посилань нараховує 51 найменування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУТНОСТІ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ

1.1. Теоретичні основи формування методичного інструментарію дослідження ринку.

На сучасному етапі суспільного розвитку важливу роль для кожної країни та світового господарства в цілому відіграє світова економіка, яка об'єднує національні економіки, що пов'язані та взаємодіють за законами міжнародного поділу праці (МПП).

Ринок – це засіб або механізм купівлі-продажу товарів і послуг за участю продавців і покупців, а також система співвідношень між попитом і пропозицією різних власників.

Світовий ринок – це сукупність ринків окремих країн, пов'язаних між собою обміном товарів.

Світовий ринок базується на міжнародній виробничій спеціалізації окремих країн. Це сфера, де товари, вироблені в одній країні, заміщуються товарами, виробленими в інших країнах, з метою забезпечення розширеного відтворення. Обмін товарами на світовому ринку - це процес, який забезпечує продовження розширеного відтворення. Тому зв'язки між товаровиробниками різних країн, які відбуваються через обмін товарами, розширюються зі збільшенням масштабів виробництва.

Основними причинами формування внутрішніх ринків є

1. підприємці шукають оптимальні умови для продажу своєї продукції за межами своєї країни з метою отримання вищих прибутків;

2. промисловість дозволяє виробляти велику кількість товарів для продажу. З метою отримання величезних прибутків підприємці розширюють збут своїх товарів не тільки всередині країни, але й за кордоном. Це також

призводить до розширення зовнішньої торгівлі, тобто розвитку ємності світового ринку;

3. гонитва за прибутком всередині країни відбувається в умовах жорсткої конкуренції між підприємствами;

4. масове виробництво товарів на базі великої машинної індустрії створює величезний попит на сировину.

Сучасний світовий ринок має наступні риси, які розкривають особливості його функціонування.

Перша особливість визначається товарною природою капіталізму. Це пов'язано з тим, що економічні відносини між країнами ґрунтуються на принципах прибутковості та рентабельності. Світовий капіталістичний ринок відіграє важливу роль у збільшенні норми прибутку підприємств розвинених країн за рахунок посилення експлуатації менш розвинених країн.

Другою особливістю світового ринку є невідповідність між виробництвом і конкуренцією. Визначальним фактором галузевого розподілу виробників є прагнення окремих виробників вкладати капітал у сфери діяльності з високою нормою прибутку.

Світовий ринок завжди характеризувався жорсткою конкуренцією між фірмами різних країн. Сьогодні конфлікти відбуваються між США та Китаєм, ЄС та рештою світу. В епоху корпоративного капіталізму важливу роль на світовому капіталістичному ринку відіграють ТНК. Ці учасники міжнародних економічних відносин здійснюють економічний поділ і регулюють поділ світового ринку за різними товарами і цінами.

Система зовнішньої торгівлі включає країни з різним рівнем розвитку товарного виробництва. Це пов'язано з різними історичними періодами виникнення капіталізму в різних країнах і регіонах та нерівномірними темпами його розвитку.

Сучасний світовий ринок характеризується тим, що розвинені країни активно вживають заходів для захисту своїх ринків від товарного імпорту та

збільшення експорту власної продукції. Іншими словами, вони проводять протекціоністську політику.

На сучасному етапі розвитку капіталістичних ринків спостерігається активне формування глобальних і регіональних інтеграційних угруповань, таких як ЄС, Північноамериканська зона вільної торгівлі (НАФТА), Латиноамериканська економічна система (ЛАЕС) та Асоціація держав Південно-Східної Азії (АСЕАН)

Незважаючи на зростаючу монополізацію регіональної лібералізації, міжнародна державна форма її регулювання є особливістю розвитку глобального ринку. До таких форм належать Світова організація торгівлі (СОТ), Міжнародний валютний фонд (МВФ), Міжнародний банк реконструкції та розвитку (МБРР), Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) та інші спільні торговельні об'єднання.

Ринки є невід'ємною частиною соціально-економічного відтворення і формуються в тісній взаємодії з усіма факторами виробництва, споживання та обігу. Ринки є сферою обміну між товарами та грошима і є розвитком трансакційної функції між продавцями та покупцями.

Ключовим елементом світового ринку є внутрішній ринок, на якому здійснюються внутрішні торговельні операції. Внутрішній ринок інтегрує внутрішню та зовнішню торгівлю країни.

Світовий ринок - це історично сформована і постійно розвивається система обміну товарами і послугами, що базується на міжнародному поділі праці та міжнародних торговельних, економічних, валютно-фінансових і кредитних відносинах. Світовий ринок - це складна сукупність міжнародних регіональних і товарних ринків, неоднорідних і дуже динамічних за своїм складом.

Пов'язуючи виробництво і споживання, ринок диктує виробникам, які і скільки товарів вони повинні виробляти. Через ринок споживачі впливають на виробництво. Це означає, що значення поняття "ринок" як системи обміну стало більш широким. Воно відноситься до всіх стадій суспільного

виробництва, включаючи саме виробництво, розподіл, обмін і споживання. При цьому ринок є саморегульованою системою відтворення, всі ланки якої постійно перебувають під впливом попиту і пропозиції. Ринок передбачає наявність носіїв ринкових відносин, тобто учасників ринку. До суб'єктів ринку належать виробники, продавці, покупці та споживачі (юридичні та фізичні особи). Об'єктами ринку є всі товари та послуги, з приводу яких виникають ринкові відносини. До них належать споживчі товари та послуги, засоби виробництва, фінансові ресурси та робоча сила.

Соціально-економічні умови функціонування ринків включають:

1. міжнародний поділ праці та спеціалізація виробників;
2. право приватної власності (індивідуальної та корпоративної), що гарантує повну свободу вибору партнерів та цивілізовану економічну поведінку кожного учасника ринку;
3. обмежена економічна роль держави. Держава втручається у відносини між учасниками ринку лише тоді, коли це необхідно для створення конкурентного середовища та підтримки конкуренції;
4. відокремленість учасників ринку. Особисті економічні інтереси незалежних суб'єктів спрямовані на максимізацію доходів при мінімізації витрат.

Світовий ринок має такі основні характеристики: це категорія товарного виробництва, яка перетинає національні кордони з метою реалізації продукції; виражається через рух товарів між країнами, який залежить як від внутрішнього, так і від зовнішнього попиту; оптимізує використання факторів виробництва і підказує виробникам, в яких галузях і регіонах вони можуть бути використані більш ефективно; відповідає міжнародним стандартам товарів і часто виключає з міжнародних обмінів тих виробників, які не здатні до цього.

Основними особливостями розвитку світового ринку є такі:

- сформований баланс попиту та пропозиції товарів, що імпортуються та експортуються країнами на світовому ринку;

– обсяг експорту визначається надлишковою пропозицією товарів; обсяг імпорту визначається надлишковим попитом на товари;

– наявність надлишкової пропозиції та надлишкового попиту на міжнародному ринку. Це визначається шляхом порівняння внутрішніх рівноважних цін на один і той самий товар у різних країнах;

– ціна, за якою здійснюється міжнародна торгівля, знаходиться між мінімальною та максимальною внутрішніми рівноважними цінами, які існують у кожній країні до початку торгівлі;

– зміна світових цін призводить до зміни обсягів імпорту та експорту товарів на світовому ринку; зміна обсягів імпорту та експорту товарів призводить до зміни світових цін.

Стан світової економіки або окремої галузі чи товарного ринку визначається низкою факторів, причин та умов економічного розвитку в кожний конкретний момент часу. До них належать економічні, політичні, військові, технологічні, кліматичні та психологічні (чутки, паніки, очікування).

Ринкове середовище є складним і швидкозмінним явищем, що відображає динамізм, спонтанність і непередбачуваність розвитку ринку. Це пов'язано з тим, що ринкове середовище формується під впливом багатьох факторів і поведінкових моделей, а отже, підпорядковується стохастичним законам.

Ринкове середовище можна оцінити за допомогою низки якісних і кількісних характеристик. Ці характеристики ринкового середовища дають змогу отримати ефективні та цінні результати, використовуючи різні статистичні методи при зборі, обробці та аналізі інформації.

Маркетингові дослідження – це дослідницька діяльність, спрямована на отримання достовірного інформаційного матеріалу про кон'юнктуру ринку галузі, товару або регіону, співвідношення між попитом і пропозицією товарів і послуг, ступінь масовості попиту, кількість, структуру, якість і кількість товарної продукції, її структуру і відповідність попиту,

матеріально-технічну базу торгівлі та відповідність потребам розвитку ринку. .

Параметр "час" має чотири рівні, які є межами предмета маркетингового дослідження в часовій площині. Це ситуація на певну дату, ситуація за короткий проміжок часу, ситуація за середній проміжок часу та ситуація за тривалий проміжок часу.

Ринкове середовище є надзвичайно різноманітним і потребує постійного вивчення та дослідження. Це можна пояснити тим, що безперервні дослідження дають змогу повно і всебічно розглянути вплив різних ринкових чинників та надати показники для забезпечення ефективного розвитку в умовах ринкової економіки [1].

1.2. Класифікація та характеристика науково-дослідних робіт

Метою магістерських досліджень є всебічне, об'єктивне і глибоке вивчення певних явищ, процесів, їх характеристик і взаємозв'язків на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання та впровадження їх у виробництво з метою отримання корисних результатів для людської діяльності та підвищення її ефективності.

Наукове дослідження – це відтворення, спостереження або ретельне вивчення явища з метою отримання нових знань про закони його розвитку, методи, що впливають на нього або його вплив на навколишнє середовище [2]:

Наукове дослідження – це цілеспрямоване вивчення конкретних явищ і процесів із застосуванням наукового методу, аналіз впливу на них різних факторів і вивчення взаємозв'язків між явищами з метою отримання переконливих, перевірених і корисних для науки і практики рішень. Об'єктивність, відтворюваність, доказовість і точність - відмінні риси наукового дослідження.

Науковець Мокін Б. рекомендує поділяти наукові дослідження на такі типи [2]:

- 1) за відношенням до суспільного виробництва;
- 2) за принципом цілеспрямованості та зв'язку з практикою;
- 3) за методом отримання результатів;
- 4) за джерелами фінансування.

3) Антонюк В., Полонський Л. та Аверченков В. вважають, що її слід поділяти за зв'язком із суспільним виробництвом:

– роботи, спрямовані на створення нових процесів, машин і споруд, що використовуються для підвищення ефективності виробництва;

– роботи, спрямовані на підвищення ефективності організації виробництва без створення нових засобів праці;

– теоретичні роботи в галузі суспільних, гуманітарних та інших наук, що використовуються для вдосконалення суспільних відносин і підвищення рівня духовності людей.

Ці ж автори надають рекомендації щодо класифікації на основі принципів цілеспрямованості та відповідності практиці [3,4]:

1) Фундаментальні дослідження - це теоретична та/або експериментальна наукова діяльність, спрямована на одержання нових знань про закономірності взаємозв'язку та розвитку природи, суспільства і людини. Фундаментальні дослідження, які можна вважати фундаментальними не тільки тоді, коли вони проводяться в кабінетах фундаментальних наук, але й тоді, коли вони проводяться в кабінетах прикладних наук, спрямовані на виявлення фундаментальних закономірностей у цих науках. Результатами таких досліджень є відкриття нових явищ і закономірностей, що відбуваються в навколишньому середовищі, розширення наукових знань про суспільство та їх застосування на практиці.

Характеристика фундаментальних досліджень передбачає наступні наративи:

- результати фундаментальних досліджень є основою для нових фундаментальних, прикладних та пошукових досліджень і розробок;
- проведення досліджень на якісно новому рівні;
- висока внутрішня наукова ефективність, що визначає появу нових напрямів у розвитку науки і техніки;
- високий рівень невизначеності на початку дослідження;
- результати досліджень представлені у вигляді публікацій, звітів та повідомлень;
- такі дослідження є довгостроковими;

2) Прикладні наукові дослідження – це науково-технічна діяльність, спрямована на отримання та використання знань для практичних цілей. Безпосередньою метою прикладної науки є застосування результатів фундаментальної науки для вирішення пізнавальних, соціальних і практичних проблем. Прикладні дослідження - це нове вивчення або вдосконалення вже відомих явищ і закономірностей природи, метою яких є використання отриманих результатів у практичній діяльності людини і суспільства.

Особливості прикладних досліджень

- має конкретну наукову або технологічну спрямованість, яка слугує основою для конкретних досліджень і розробок:
- відносно низький рівень невизначеності на початку дослідження;
- результатом дослідження є моделі, зразки, схеми, методи та алгоритми, тобто практичні результати, які можуть бути використані та вдосконалені;
- чітко визначені часові рамки дослідження.

3) На перетині прикладної науки та виробничих технологій розвивається особлива сфера досліджень – розробка.

Розробка характеризується: конкретним кінцевим результатом; результат технічно перевершує відомі або існуючі та є інноваційним (передбачається можливість патентування або ліцензування); розробка

орієнтована на впровадження у виробництво; чітко визначені процедури та умови впровадження [3].

4) Дослідження ґрунтується на існуючих фундаментальних теоріях і спрямоване на вдосконалення теоретичних підходів та методологій.

Ознаки пошукового дослідження:

- результати дослідження можуть бути використані для подальших прикладних досліджень, пошукових досліджень та розробок;

- висока новизна дослідження;

- низький загальний науковий ефект порівняно з фундаментальними дослідженнями; Низький загальний науковий ефект порівняно з фундаментальними дослідженнями;

- низький загальний науковий ефект порівняно з фундаментальними дослідженнями; але відносно висока невизначеність на початку дослідження.

(3) Методи отримання результатів [2]:

Теоретичне дослідження – це наукове дослідження предметів або об'єктів, для яких вже сформульовані базові моделі, принципи, постулати, аксіоми та гіпотези; його суть полягає у застосуванні міркувань, логічних, інформаційних та математичних перетворень за допомогою базових моделей, що базуються на сформульованих аксіомах, в рамках вже відомих принципів та постулатів отримання в такий спосіб нових знань про ці об'єкти та предмети.

Експериментальні (емпіричні) дослідження – це наукові дослідження об'єктів і суб'єктів, про конкретні властивості яких мало відомо, суть яких полягає в отриманні нових знань про ці властивості шляхом систематичного спостереження за ними зі спеціально синтезованими зовнішніми впливами або без них і подальшої обробки спостережень на основі відомих алгоритмів. Це дає змогу спостерігати за характеристиками об'єктів і отримувати нові знання про їхні властивості.

4) За джерелами фінансування [3,4]:

Бюджетні дослідження: які проводяться за рахунок коштів, що додатково виділяються з державного бюджету вищим навчальним закладам, науковим організаціям або установам зі спеціальною метою залучення необхідних коштів для виконання науково-дослідних тем або обсягів, виграних на відкритих конкурсах;

Наприклад, дослідження, що проводяться викладачами університетів у робочий час та в позанавчальний час зі студентами на основі індивідуального плану досліджень і в межах заробітної плати, що виплачується за основним місцем роботи.

Фінансовані дослідження – це дослідження, що проводяться вищим навчальним закладом, науково-дослідною організацією або дослідником від імені іншої організації або компанії, з якою дослідник має фінансову угоду, що визначає характер, вартість і тривалість дослідження.

Грантові дослідження – це дослідження, що фінансуються різними благодійними або цільовими фондами, які виділяють певну суму грошей у національній або іноземній валюті, попередньо узгоджену в рамках відповідного відкритого конкурсу, що називається грантом. Дослідники, які виграють такі конкурси, повинні використовувати кошти суворо на цілі, зазначені в умовах конкурсу, і в певні часові рамки.

Наука як складна організаційна система поєднує такі рівні (підсистеми): наукові дисципліни, наукові напрями, проблеми, комплексні теми, тематичні розділи та етапи, елементарні роботи [5].

Основною одиницею понятійного апарату, що характеризує первинну цілісність (завершеність) наукового дослідження, є тема.

Тема – це самостійне, конкретне дослідження, спрямоване на вирішення конкретно сформульованого наукового питання. Теми виконуються невеликими дослідницькими колективами, що спеціалізуються в певних галузях знань. Терміни виконання теми суворо встановлені [4]. Кожна тема організована поетапно, причому етапи – це самостійні, логічно пов'язані між собою, елементарні дослідницькі групи. Етапи, як правило,

виконуються послідовно, паралельно і послідовно-паралельно, а для великих, складних тем вони можуть об'єднуватися в розділи (великі частини теми, але без самостійного значення, відокремлені від всієї теми) [4].

Програма дослідження виконується за розділами та етапами теми.

Елементарна робота – це конкретна одинична робота, закріплена за конкретним виконавцем з урахуванням часу і місця виконання [4].

Комплексна тема – це самостійне дослідження конкретно сформульованого наукового питання, яке вирішується в межах кількох галузей науки і техніки або на стику кількох галузей знань [4]. Проблема – це найвищий рівень науково-дослідної роботи, що є основним загальним описом завдання, яке ще ніхто не вирішував. Проблема – це велике самостійне дослідження, що включає комплекс тем, спрямованих на розв'язання фундаментальних теоретичних і практичних проблем науки і техніки (у тому числі комплексних тем) [4].

Науковий напрям – це усталена (стійко сформована) сфера наукових досліджень, яка включає певну кількість дослідницьких проблем в одній галузі науки або сфері застосування [4].

Алгоритм дій в процесі наукових розробок:

1. формування теми (загальне розуміння проблеми, попереднє ознайомлення з літературою, класифікація найважливіших напрямів досліджень, формування теми, підготовка реферату (короткого плану) дослідження, підготовка бібліографії, підготовка загального календарного плану, попереднє визначення очікуваних ефектів)

2. формулювання мети та завдань дослідження (підбір та вивчення літературних джерел; аналіз, порівняння та критика наявної інформації за напрямом дослідження; самостійні висновки та судження щодо кожного проаналізованого джерела; узагальнення наявної інформації та огляд стану проблем і питань, пов'язаних з темою; огляд інформації; формулювання методологічних висновків щодо мети та завдань дослідження).

3. теоретичні дослідження (вивчення фізичних властивостей процесів і явищ, формулювання гіпотез, вибір і обґрунтування моделей, виведення аналітичних рівнянь, теоретичний аналіз отриманих рівнянь)

4. експериментальні дослідження (постановка мети і завдань, планування експериментів, розробка експериментальних методик, вибір вимірювальних приладів, обґрунтування методик вимірювань, проектування і конструювання моделей, платформ тощо, виконання експериментів, обробка результатів спостережень)

5. аналіз та представлення наукових досліджень (аналіз результатів експериментальних і теоретичних порівнянь; уточнення теоретичних моделей, досліджень і висновків; перетворення гіпотез у теорії; формулювання наукових і практичних висновків; підготовка, рецензування та представлення науково-технічних звітів).

6. впровадження та визначення ефективності дослідження.

Етапи розробки:

1. формулювання теми, мети та завдань дослідження (див. вище);

2. вивчення літератури, проведення досліджень (за необхідності), підготовка технічного проекту дослідних зразків;

3. технічне проектування (розробка варіантів технічного проекту, розрахунки, креслення, розробка алгоритмів та програмного забезпечення, виготовлення окремих вузлів та блоків, їх дослідження, розробка та затвердження технічного проекту, техніко-економічне обґрунтування проекту);

4. робоче проектування (розробка робочих проектів);

5. виготовлення прототипу (аналіз та управління технічною документацією; розробка технологічних процесів; виробництво та складання компонентів, вузлів та блоків; перевірка, вдосконалення та налагодження прототипів; розробка інструкції з використання прототипу; стендові та виробничі випробування);

6. доопрацювання прототипів;

7. передача прототипів замовникам для тестування [4].

1.3. Формування ідеї та визначення методів наукового дослідження

Процес наукового дослідження – це процес накопичення, вивчення та систематизації фактів. Накопичення наукових фактів у процесі дослідження є творчим процесом, в основі якого лежать наміри вченого, тобто його ідеї.

Ідея (у філософському визначенні) – це продукт людського мислення і форма відображення дійсності [4]. Ідеї відображають об'єкт дослідження і містять у собі цілеспрямованість, пізнавальну перспективу та практичне перетворення дійсності. Нова ідея – це якісний стрибок у мисленні за межі даних, що сприймаються органами чуття, перевірених рішень і загальноприйнятих положень науки (парадигм), а також зміна сприйняття об'єкта шляхом суворого обґрунтування [3]. Набуття знань відбувається за схемою "парадигма - парадокс – нова парадигма", а науковий розвиток загалом є зміною парадигм, методів і стереотипів мислення [4].

Для систематизації та узагальнення фактів використовується найпростіша абстракція понять (дефініцій) - важливий структурний елемент науки [4]:

- категорії - найширше поняття (визначення) і найзагальніша абстракція;
- принципи (постулати, аксіоми) - перші положення будь-якої галузі науки і перша форма систематизації знань;
- закони - форма доцільного співвідношення категорій для відображення найбільш важливих, стійких і відтворюваних внутрішніх зв'язків у природі, суспільстві та мисленні;
- теорія - найвища форма узагальнення та систематизації знань. Це формулювання наукових принципів і методів на основі узагальненого досвіду, що дає змогу зрозуміти існуючі процеси та явища, узагальнити їх,

проаналізувати вплив на них різних чинників і надати рекомендації щодо їх практичного застосування.

Методи наукового дослідження - це підходи, засоби і прийоми теоретичного та експериментального вивчення і практичної реалізації явища або процесу [5]. Різниця між методом і теорією є функціональною: метод формується як теоретичний результат попередніх досліджень і слугує відправною точкою та умовою для подальших досліджень [4]. Методи, які використовуються в наукових дослідженнях, залежать не тільки від самого предмета, а й від рівня дослідження.

В. Юринець визначає вимоги до наукового методу [6]:

- Детермінованість, тобто визначеність законами як самого предмета, так і пізнавальної діяльності;

- визначеність завданнями дослідження, а також відповідність усіх компонентів методу завданням дослідження; обґрунтованість та надійність, тобто характеризується наявністю достовірних результатів; та

- ефективність: досягнення цілей дослідження з максимальною результативністю при мінімальних витратах;

- економічність - можливість досягнення певного результату без додаткових витрат часу та зусиль; доступність у розумінні та застосуванні.

Рівні методів наукового пізнання (умовні категорії) [6]:

Емпіричні: спостереження, порівняння, вимірювання, анкетування, інтерв'ю, тести тощо;

Теоретико-експериментальні: експеримент, аналіз-синтез, індукція-дедукція, моделювання, гіпотетичність, історичність, логіка, абстрагування, ідеалізація, аксіологія, узагальнення тощо

Метатеоретичний: включає методи діалектики та системного аналізу.

Класифікація методів дослідження [6]:

Класифікація за характером пізнавальної діяльності: методи, що використовуються на дослідницькому рівні; методи, що використовуються на проблемному рівні; методи, що використовуються на евристичному рівні;

методи, що використовуються на творчому рівні; методи, що використовуються на рівні відтворення; методи, що використовуються на рівні пояснення; методи, що використовуються на ігровому рівні; методи, що використовуються в навчанні.

Класифікація за способом організації дослідження [6].

– комплексні методи дослідження, які дають змогу розкрити структурно-функціональні зв'язки складних цілісних об'єктів;

– кількісні методи обробки даних: числове представлення різних аспектів явища та їх взаємозв'язків; - якісні методи обробки даних: класифікація, групування, ранжування, класифікація

– якісні методи обробки даних: включають різноманітні методи, такі як класифікація, кодування, диференціація та категоризація на основі певних ознак або критеріїв;

Емпіричні методи дослідження: методи, за допомогою яких отримують наукові факти шляхом спостереження, діагностики або експерименту.

Теоретичні методи дослідження: дозволяють виявити функціональні зв'язки між досліджуваними явищами або процесами.

Методи експертних оцінок: надають прогностичну інформацію на основі виявлення та обробки думок груп експертів.

– комітетський метод: на основі особистих думок експертів обирається найбільш об'єктивна та обґрунтована думка;

– метод мозкового штурму: передбачає творчу генерацію нових ідей групою експертів, їх аналіз, оцінку та відбір найбільш раціональних ідей аналітичною групою.

– евристичні методи прогнозування відрізняються чітким теоретичним обґрунтуванням, з'ясуванням компетенцій експертів та наявністю алгоритмів обробки отриманої інформації;

– методи узагальнення: узагальнення незалежних ознак, їх аналіз, інтеграція та усунення всього несуттєвого.

Прогностичні методи - це системи правил, вимог та умов, які спрямовують дослідницьку діяльність на виявлення об'єктивної істини.

До таких методів належать:

Інформаційні методи: дозволяють швидко і ефективно отримати інформацію з різних джерел з обраної теми, включаючи наукову літературу, періодичні видання та Інтернет;

Методи морфологічного аналізу: обрана проблема може бути розділена на складові, кожна з яких має кілька варіантів вирішення.

Ідеалізація - це мисленнєве конструювання неіснуючих або нездійснених у реальності об'єктів, позбавлення реальних об'єктів притаманних їм властивостей і наділення цих об'єктів певними ірреальними, гіпотетичними властивостями. Будь-яка ідеалізація виправдана лише в певних межах.

Гіпотези і припущення - це осмислення фактів і переходи від фактів до законів.

Теоретичні методи наукового дослідження [5,6].



Рис. 1.1. Загальнонаукові методи дослідження

Джерело: [5,6]

Гіпотеза - це науково обґрунтоване припущення, висунуте для пояснення явища, яке може виявитися істинним або хибним у результаті перевірки. Гіпотези мають імовірнісний характер і використовуються для систематизації раніше накопичених знань і пошуку нових наукових результатів.

Індукція (імовірнісне пізнання) - це форма наукового пізнання, логіка якого розвивається від конкретного до загального. Згідно з цим методом дослідження, для того, щоб отримати загальні знання про об'єкти (явища, процеси) певної класифікації, необхідно вивчити окремі складові цієї класифікації і знайти в них суттєві ознаки, характерні саме для цієї класифікації.

Дедуктивний метод (імовірнісне пізнання) - це форма наукового пізнання, логіка якого розвивається від загального до конкретного. Цей метод розширює можливості розумового процесу дослідження і в ньому можна виділити два основні рівні:

- на першому рівні доказ розглядається як судження, де істинність одного встановлюється на основі істинності іншого;
- на другому рівні доведення має описувану форму і прояснює сам процес доведення.

Аналіз тісно пов'язаний з дедукцією і є одним з методів наукового пізнання.

Синтез - це метод наукового пізнання, який допомагає відновити цілісність досліджуваного об'єкта, явища або процесу в різних формах. Цей метод тісно пов'язаний з індукцією в різних її практичних проявах у системних дослідженнях.

Абстрагування - це метод наукового пізнання, який полягає у мисленнєвому відокремленні певних ознак або властивостей предмета, явища чи процесу. Завдяки абстрагуванню з усієї сукупності його ознак і властивостей можна виокремити загальні та найважливіші.

Конкретизація - це перехід від абстрактного до конкретного і виявлення функціональних зв'язків між елементами, що складають досліджуваний об'єкт, явище або процес.

Системний підхід - це комплексне вивчення великого, складного об'єкта як єдиного цілого, в якому всі елементи і частини функціонують узгоджено. При цьому підході об'єкт (система) декомпонується на системи нижчого рівня (підсистеми), які вивчаються автономно, з подальшим розглядом узгодженості цілей кожної підсистеми з цілями всієї системи в цілому. По суті, декомпозиція є завданням системного аналізу.

Формалізація - це відображення знань у знаково-символічних формах (формалізованій мові) для точного вираження думок з метою усунення можливості неоднозначного розуміння. При формалізації мислення про об'єкт переводиться в площину операцій за допомогою символів (формул). Формалізація ґрунтується на різниці між природними та штучними мовами. Порівняння - це метод зіставлення досліджуваних об'єктів, явищ і процесів, виявлення їхньої подібності та відмінності. Класифікація - це впорядкування досліджуваних об'єктів, явищ і процесів та їх складових на групи, типи, класи і види за певними ознаками.

Серед методів наукового дослідження виділяють аргументацію - суто логічний процес, сутність якого визначається істинністю судження, що доводиться [6]. Процес ґрунтується на низці аргументів, серед яких є факти, визначення та аксіоми. Аргументи можуть досягти своєї мети лише тоді, коли дослідник дотримується певних правил доведення, зокрема структури тези [6].

Теза - це твердження, істинність або хибність якого потрібно довести. До кожної тези висуваються певні вимоги:

- теза повинна бути чітко і ясно сформульована, не допускаючи двозначних понять;
- теза має бути інваріантною, тобто доводитися має одне й те саме твердження. Аргументи характеризуються доказовістю та переконливістю.

Доведення - це логічний процес встановлення істинності твердження (судження) [6].

Інформація, отримана за допомогою емпіричних методів дослідження, є основою для подальшого теоретичного осмислення когнітивних процесів.

До емпіричних методів належать інтерв'ю, анкетування, оцінки, самооцінки, спостереження, експерименти, вимірювання, порівняння та описи. Найбільш поширеними емпіричними методами, особливо в економічних, природничих і технічних науках, є спостереження, експеримент, вимірювання, порівняння та опис.

Під спостереженням [5,6] розуміють цілеспрямоване і систематичне розпізнавання об'єкта, явища або процесу, виходячи з конкретного завдання і мети дослідження. Залежно від часового періоду розрізняють короткочасне і довготривале, суцільне і дискретне (повторюване через певні проміжки часу) спостереження.

Експеримент - це цілеспрямоване дослідження явища, процесу або об'єкта дослідження з метою виявлення його невідомих характеристик чи властивостей або перевірки правильності теоретичного положення, зумовленого певними науковими ідеями [5,6].

Види експериментів:

- експерименти, які емпірично перевіряють справедливість певної гіпотези або теорії;
- розвідувальні експерименти: відбір емпіричної інформації, необхідної для вирішення проблеми.

Методологія - це фіксований набір практичних прийомів, які призводять до заздалегідь визначених результатів. Методологія відіграє важливу роль в емпіричних дослідженнях (спостереженнях та експериментах). Методологічні питання не включають теоретичне обґрунтування отриманих результатів, а зосереджуються на технічних аспектах експерименту та регламентації поведінки дослідника [6].

Вимірювання - це сукупність дій, що виконуються за допомогою засобу вимірювальної техніки для отримання числового значення вимірюваної величини у визнаних одиницях вимірювання [5,6].

Порівняння - як теоретичний метод, це пізнавальна операція, яка є основою для висновків про подібність або відмінність об'єктів (або ступінь розвитку одного і того ж об'єкта) та виявлення якісних і кількісних характеристик об'єктів, процесів і явищ [5,6].

Висновки до розділу 1.

Світовий ринок базується на міжнародній виробничій спеціалізації країн. Це сфера, де товари, вироблені в одній країні, заміщуються товарами, виробленими в іншій, з метою забезпечення розширеного відтворення. Обмін товарами на світовому ринку - це процес, який забезпечує продовження розширеного відтворення. Тому зв'язки між товаровиробниками різних країн, які здійснюються через обмін товарами, розширюються зі збільшенням масштабів виробництва. Ринки є невід'ємною частиною соціально-економічного відтворення і формуються в тісній взаємодії з усіма факторами виробництва, споживання і розподілу. Ринок - це сфера обміну товарами і грошима та здійснення трансакційної функції між продавцями і покупцями.

Ключовим елементом світового ринку є внутрішній ринок, на якому здійснюються внутрішні торговельні операції. Внутрішній ринок - це сукупність внутрішньої та зовнішньої торгівлі країни. Світовий ринок - це історично сформована і постійно розвивається система обміну товарами і послугами, що базується на міжнародному поділі праці та міжнародних торговельно-економічних, валютно-фінансових і кредитних відносинах. Він являє собою складну сукупність міжнародних регіональних і товарних ринків, які за своїм складом є неоднорідними і дуже динамічними.

Пов'язуючи виробництво і споживання, ринки диктують виробникам, які і скільки товарів вони повинні виробляти. Через ринок споживачі

впливають на виробництво. Ринок бере участь у всіх стадіях суспільного виробництва: власне виробництві, розподілі, обміні та споживанні. При цьому ринок є саморегульованою системою відтворення, всі його зв'язки постійно перебувають під впливом попиту і пропозиції. Ринок передбачає наявність носіїв ринкових відносин, тобто учасників ринку. До учасників ринку належать виробники, продавці, покупці та споживачі (юридичні та фізичні особи).

РОЗДІЛ 2

БІОЕНЕРГЕТИКА – ІННОВАЦІЙНИЙ ВЕКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РЕСУРСАМИ

2.1. Світовий ринок енергетики

Викопні енергетичні ресурси Землі обмежені, і їхнє подальше використання призводить до збільшення шкоди навколишньому середовищу через забруднення та глобальне потепління. У короткостроковій перспективі людство має перейти на використання відновлюваних джерел енергії. По можливості, необхідно враховувати концепцію циркулярної економіки, з якомога меншою кількістю відходів і деградацією ґрунту, води і повітря.

Енергія є ключовим питанням у світовій економіці, особливо в транспортному секторі, і біопаливо в даний час розглядається як вкрай необхідна пряма альтернатива традиційним видам палива. В даний час використовуються методи виробництва біопалива першого покоління. Біопаливні технології другого покоління вже доступні в нерозвиненому вигляді, але вони значно дорожчі, ніж технології першого покоління. Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) підкреслює важливість біопалива та етанолу зокрема: "Сучасна біоенергетика є невикористаним гігантом серед відновлюваних джерел енергії. Біоенергетика особливо важлива для декарбонізації транспорту, і потенціал біоенергетики в транспортному секторі залишається невикористаним. Біопаливо є ключовим способом декарбонізації транспорту. Біопаливо та електромобілі є взаємодоповнюючими варіантами декарбонізації транспорту. Етанол має великий невикористаний потенціал" [7].

Наступні органи: Міжнародне енергетичне агентство (МЕА), Управління енергетичної інформації США (EIA) та Європейське агентство з

навколишнього середовища (ЕЕА) час від часу визначають і публікують дані про енергетику" [8]. Добре знання та розуміння глобального споживання енергії може виявити загальні тенденції та закономірності, які можуть допомогти вирішити поточні енергетичні проблеми та прискорити прогрес у пошуку рішень, які будуть корисними для всіх.

Важливе значення має кероване використання енергетичних ресурсів, а ". задоволення потреб сьогодення без шкоди для здатності майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби має бути керівним принципом підприємництва" (Організація Об'єднаних Націй, 1987) [9].

Загальне світове споживання первинної енергії за видами палива (2019 рік)

- Вугілля (27%)
- Природний газ (24,2)
- Гідроенергія (відновлювані джерела) (6,4%)
- Атомна енергія (4,3%)
- Нафта (33,1%)
- Інші (відновлювані джерела енергії) (5 %)

Вугілля, нафта і природний газ є основними джерелами енергії в усьому світі, але роль відновлюваної енергетики стрімко зростає. Феномен [10].

За даними Міністерства енергетики США у 2007 році, промислові споживачі (сільське господарство, гірничодобувна промисловість, переробна промисловість та будівництво) споживають близько 37 % всієї виробленої енергії. Особисті та комерційні транспортні засоби споживають близько 20%; особисте опалення, освітлення та побутові прилади - 11%; комерційне споживання (освітлення, опалення та побутові прилади) - 20%.

Енергоспоживання на душу населення включає не лише електроенергію, а й інші сектори споживання, зокрема транспорт, опалення та приготування їжі.2021.

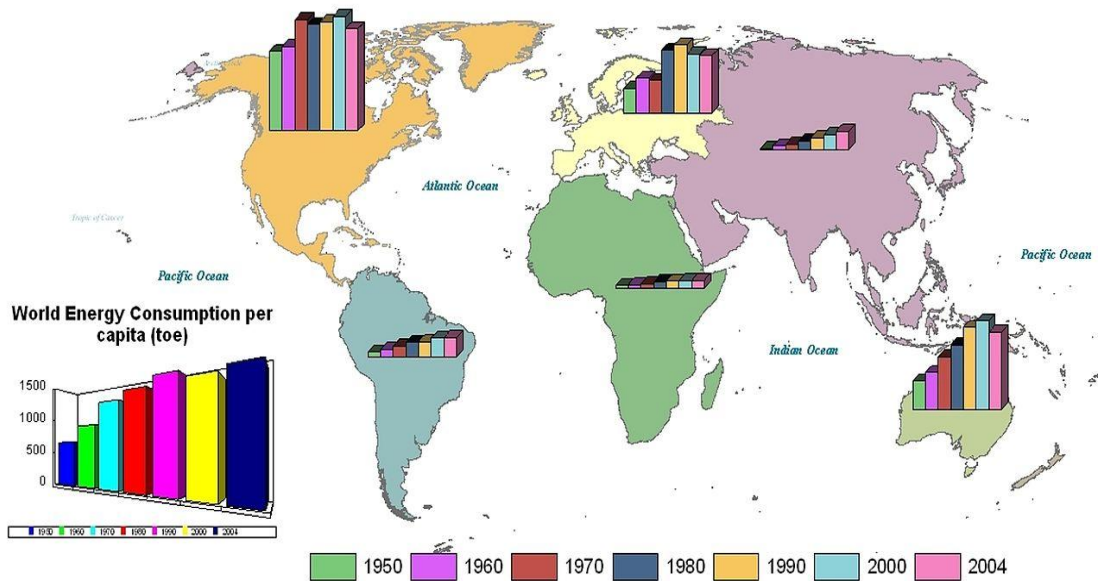


Рис 2.1. Динаміка споживання енергії на душу населення за світовими регіонами.

Використання енергії на душу населення – враховує не лише електроенергію, а й інші галузі споживання, зокрема транспорт, опалення та приготування їжі.

Таблиця 2.1

Загальне споживання первинної енергії у світі (у квадрильйоні БТУї)

Регіон	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Північна Америка	91,6	91,0	100	109	118	121	118	119,9
Центральна та Південна Америка	11,5	12,3	14,5	17,6	20,8	23,2	26,9	29,7
Європа	71,8	72,9	76,3	76,7	81,5	85,8	83,8	81,2
Євразія	46,7	55,7	61,0	42,2	39,2	43	42,8	44,8
Африка	6,8	8,5	9,5	10,7	12,0	14,5	16,3	19,3
Азія та Океанія	48,9	58,1	73,4	93,5	111	149	194	239,9
Світ тотал	283	307	346	363	400	459	511	570,4

Джерело: опрацьовано авторкою за [11].

Охолодження комерційних будівель, водопостачання та каналізація) становить близько 5 % від загального споживання енергії. Решта 27 % світового споживання енергії, втрачаються під час виробництва та передавання електроенергії» [12]

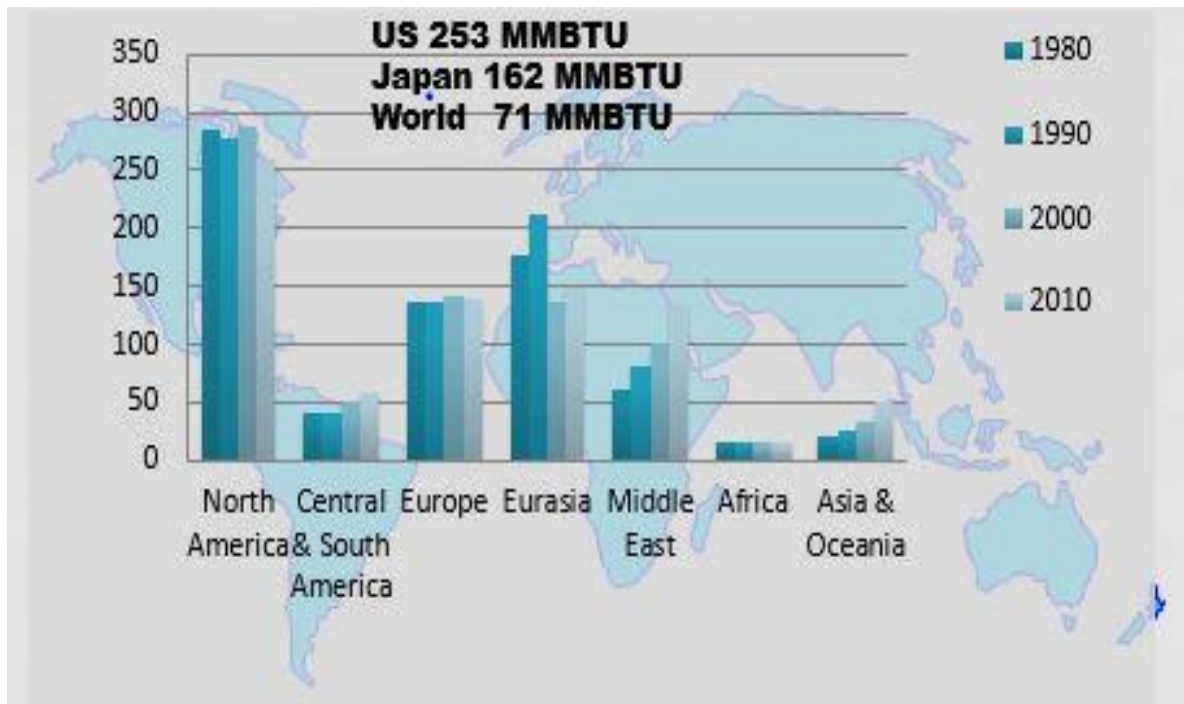


Рис. 2.2. Споживання енергії на душу населення за регіонами [13]

Енергоспоживання залежить від економічного процвітання країни та чисельності населення. До регіону Північної Америки входять Канада, США та Мексика. Регіон Далекого Сходу та Океанії включає розвинені країни, такі як Японія та Австралія, і густонаселені країни, що розвиваються, такі як Китай та Індія. Очевидно, що в густонаселених країнах, таких як Китай та Індія, загальне споживання енергії не відображає якість життя людей в цих країнах.

На рисунку 2.1 показано споживання енергії на душу населення за останні 30 років. Як видно з графіка, Далекий Схід та Океанія споживають багато енергії як регіон, але їхнє споживання енергії на душу населення є відносно низьким.

Продуктивність країни вимірюється її валовим внутрішнім продуктом (ВВП) - загальною вартістю товарів і послуг (у доларах), вироблених населенням країни. Таким чином, середня вартість товарів і послуг, вироблених кожною людиною, тобто ВВП країни на душу населення, є показником якості життя.

Відновлювану енергію зазвичай визначають як енергію, отриману з джерел, які не є дуже виснажливими у використанні, таких як сонячна, вітрова, дощова, приливна, хвильова та геотермальна енергія. Відновлювана енергія поступово замінює традиційні види палива в чотирьох різних секторах: виробництво електроенергії, гаряча вода/опалення приміщень, паливо для транспортних засобів та сільські (незалежні) енергетичні послуги.

Згідно зі звітом REN21 за 2014 рік, у 2012 та 2013 роках на відновлювану енергетику припадало 19% енергоспоживання та 22% виробництва електроенергії відповідно. Це споживання енергії можна розділити на: 9% традиційної біомаси, 4,2% теплової енергії (не з біомаси), 3,8% гідроенергії та 2% електроенергії з вітру, сонця, геотермальної енергії та біомаси У 2013 році загальні світові інвестиції у відновлювані технології склали 214 мільярдів доларів США.

Відновлювана енергетика є екологічно чистим і невичерпним джерелом енергії - природним ресурсом". [14].

Економічний потенціал відновлюваної енергетики у світі наразі оцінюється у 20 млрд. тонн умовного палива на рік, що вдвічі перевищує річний видобуток усіх викопних видів палива [15].

Наразі видами відновлюваної енергетики, що мають найбільший потенціал для розвитку в регіоні, є вітроенергетика, сонячна енергетика та біоенергетика. Керівники енергетичних компаній у різних регіонах світу вважають, що найбільша частка ринку енергоспоживання в найближчому майбутньому припадатиме на вітрову та атомну енергетику. Саме виходячи з цих очікувань, ці два джерела енергії включені як пріоритетні в стратегії розвитку провідних світових енергетичних компаній [16].

Найважливішими перевагами вітроенергетики є те, що цей ресурс є невичерпним, екологічно чистим і широкодоступним. Крім того, використання вітроенергетики дозволяє економити викопні види палива та зменшує викиди вуглекислого газу та оксидів азоту в атмосферу. Одним з недоліків вітроенергетики є те, що постачання електроенергії від

вітрогенераторів до мережі є нерівномірним і нестабільним через різницю у швидкості вітру. Крім того, вітрові турбіни спричиняють низькочастотні вібрації та високий рівень шуму, а це означає, що вітроенергетичні установки повинні бути відносно ізольовані від населених пунктів. Незважаючи на ці недоліки, вітроенергетика стрімко розвивається.

За даними Всесвітньої вітроенергетичної асоціації, досягнення 2017 року в цьому секторі виглядають наступним чином: [9]

Темпи зростання вітроенергетики у 2017 році склали 31,7%, що є найвищим показником з 2001 року.

Зберігається тенденція подвоєння генеруючих потужностей вітроенергетики кожні три роки;

Щорічне виробництво електроенергії з усіх вітрових турбін, встановлених у світі до кінця 2017 року. Це еквівалентно загальному споживанню електроенергії в Італії, сьомій за величиною промислово розвиненій країні світу, і становить 2% світового споживання електроенергії;

У 2017 році оборот вітроенергетичного сектору склав 50 мільярдів євро;

У світовій вітроенергетиці зайнято 550 000 осіб.

До 2019 року, вперше в історії вітроенергетики, очікується створення 2 мільйонів робочих місць. Вітрові електростанції зараз працюють у 82 країнах світу [17]. 17. Кайль А. Визначаючи майбутнє: сценарії енергетичної політики до 2050 року. Лондон: Світова енергетична рада, 2007. 102 с.

Темпи зростання вітроенергетичного сектору вимірюються як відношення нової встановленої потужності у попередньому році до встановленої потужності у попередньому році. Починаючи з 2004 року, середньорічні темпи зростання вітроенергетики стабільно зростали і характеризуються наступними даними: 2005 рік - 23,8%, 2010 рік - 25,6%, 2013 рік - 26,6%, 2015 - 29,0%, 2017 - 31,7% [18]. Серед країн, що розвивають вітроенергетику, найвищі темпи зростання у світі були у 2017 році.

Мексика збільшила встановлену вітроенергетичну потужність в чотири рази. Хорошу динаміку зростання також показали Туреччина (132%), Китай (113%) і Марокко (104%).

Високі темпи зростання спостерігалися також у США (39,3%), Канаді (40,1%) та Франції (32,8%). З точки зору загальної світової встановленої потужності, на США і Китай разом припадає 38,4% світових вітроенергетичних потужностей. На першу п'ятірку країн (США, Китай, Німеччина, Іспанія та Індія) припадає 72,9% світового виробництва вітрової енергії [19].¹⁹ Caille A. Global energy efficiency policies: a review and assessment. London: World Energy Council, 2017.

Інвестиції у вітроенергетику Зростання галузі пов'язане не лише з її екологічною безпекою, але й з надійністю та швидкістю встановлення обладнання, що використовується в ній; у 2017 році світові продажі вітрових турбін оцінювалися приблизно в 45 млрд доларів США, а число зайнятих в глобальній вітроіндустрії в 1,5 млн. [19].

Світова вітроенергетична потужність, доступна на кінець 2017 року (158 ГВт), дозволить виробляти приблизно 340 ТВт-год екологічно чистої електроенергії на рік і скоротити викиди вуглецю на 204 млн тонн [20].

У 2017 році в ЄС було введено в експлуатацію більше вітроенергетичних потужностей, ніж будь-яких інших об'єктів електроенергетики, як і в 2016 році: із загальних 25 963 МВт електроенергетичних потужностей, введених в експлуатацію в 2017 році, 10 163 МВт (39%) припадало на вітрову енергетику, 6 630 МВт (26%) - на природний газ і 4 200 МВт - на сонячну енергетику (16%). (Частка потужностей відновлюваної енергетики, встановлених в ЄС у 2017 році, перевищила 50% від загальної потужності всіх об'єктів, побудованих в ЄС [21]. Рік введення нових електростанцій: 61% (15904 МВт) порівняно з 14% у 2005 році. Інвестиції в нові вітроелектростанції в ЄС у 2017 році склали 13 млрд євро [21].

Поточний стан світового ринку відновлюваної енергетики характеризується жорсткою конкуренцією. За останні роки на ринку відбулася низка великих угод зі злиття та поглинання. Наприклад, General Electric придбала Enron Wind (угода вартістю 325 млн доларів США), Siemens придбала Bonus Energy і Flender Holdings (виробник коробок передач, 1,5 млрд доларів США), Suzlon придбала Hansen Transmissions (460 млн євро), Alstom придбала Alstom (360 млн євро) і Alstom (360 млн євро) і Alstom придбала Essoyespire (350 млн євро).

Індійська Suzlon передувала французькій AREVA Group у придбанні німецької REpower (виробник турбін для вітрових електростанцій, вартість придбання 1,3 млрд євро) [9]. У той же час, кількість різних компаній у секторі відновлюваної енергетики за кордоном стрімко зростає.

Багато хто з постачальників вітрових турбін значною мірою використовують аутсорсинг, і особливу увагу потрібно приділяти якості компонентів (лопатеї турбін, редукторів, лиття). Bonus Energy (зараз входить до складу Siemens) підписала контракти з постачальниками компонентів, і ці компанії брали участь і частково фінансували розробку нових продуктів. Такий підхід забезпечив високі технічні та якісні характеристики нової продукції. Спочатку Clipper Wind Power виробляла турбіни і будувала вітроелектростанції на власному обладнанні. Однак згодом, через дефіцит комплектуючих на ринку, компанія перейшла на розробку лише сучасних турбін, а розробку вітропарків і постачання обладнання для них здійснює British Petroleum (за контрактом з Clipper Wind Power) [20]. На початку лютого 2017 року французька атомна енергетична група AREVA оголосила про придбання американської компанії Ausra, яка вважається провідним розробником технологій у секторі сонячної енергетики. Група має намір використовувати сонячне тепло для виробництва пари, яка приводитиме в рух турбіни на електростанціях. Придбання відповідає новим цілям Areva, згідно з якими доходи від продажу обладнання для альтернативної неядерної енергетики повинні досягти приблизно 1 млрд євро (1,4 млрд доларів США)

у 2020 році порівняно з 147 млн доларів США у 2017 році, і хоча вартість угоди не розголошується, аналітики вважають, що вона перевищить 200 млн доларів США [19]. За словами керівника відділу обладнання для відновлюваної енергетики AREVA, протягом наступних двох років група інвестує близько 100 млн доларів США у створення офісів продажів на низці ринків та зміцнення своєї інфраструктури досліджень і розробок. У поєднанні зі стійким фінансовим становищем та інженерним досвідом AREVA отримає замовлення на сонячне теплове обладнання та розширить свою присутність на світовому ринку безвуглецевих енергетичних технологій. Група AREVA вже постачає кілька типів обладнання для вітрових електростанцій.

Сонячна теплоенергетика базується на використанні сонячної енергії. За допомогою сонячного випромінювання працюють сонячні теплові електростанції (які перетворюють сонячну енергію в енергію повітряного потоку) і сонячні аеростатні електростанції (які нагрівають поверхню аеростата сонячним випромінюванням для генерації водяної пари в аеростаті). Крім того, сонячна енергія також використовується для місцевого хімічного виробництва. Наприклад, сонячні вежі та сонячні батареї можуть використовуватися для виробництва таких речовин, як водень і кисень, за допомогою різних реакцій [9]. Сонячна енергія доступна в регіонах з високою сонячною активністю і високим рівнем сонячної радіації, але не є широко доступною в країнах і регіонах з малою кількістю сонячних днів у році. Водночас слід зазначити, що сонячні панелі виробляють енергію навіть у похмуру погоду. За останні дев'ять років ринок сонячної енергетики зріс майже на 1500%: у 2008 році загальна встановлена потужність сонячних електростанцій становила лише 947 МВт, а до кінця 2017 року цей показник зріс до 15221 МВт [22].

Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства за 2017 рік, абсолютним світовим лідером з виробництва сонячної енергії на душу населення є не найсонячніша країна - Німеччина, яка генерує близько 48 Вт

сонячної енергії на душу населення. На другому місці за цим показником - Іспанія (16 Вт), далі йдуть Японія, Швейцарія, Австралія, Австрія, Нідерланди, США, Португалія та Норвегія. Матеріальною основою сонячної енергетики є виробництво сонячних елементів. Найбільшими світовими виробниками (виробляють 74% всіх сонячних елементів) є Sharp Solar (22% світового виробництва), Q-Cells (12%), Kyocera (9%), Suntech (8%), Sanyo (6%), Mitsubishi Electric (6%), Schott Solar (5%), Motek (5%) і BP Solar (4%), SunPower Corporation (3%) та інші [23].

2.2. Біоенергетика – інноваційний вектор заміщення вуглеводнів

Біоенергетика базується на використанні біопалива, отриманого з біологічної сировини. Біопаливо отримують з кукурудзи, сої, інших рослин, целюлози та переробки різних органічних відходів. Існує рідке біопаливо (етанол, метанол, біодизель), тверде біопаливо (солома, дрова) та газоподібне біопаливо (біогаз).

Використання біопалива має значні переваги:

- Біоенергетика може розвиватися в будь-якій країні або регіоні світу;
- Використання біопалива може допомогти вирішити різні проблеми утилізації органічних відходів;
- Біопаливо є відновлюваним ресурсом і практично невичерпним джерелом енергії.

За даними американського аналітичного центру Planet Green, світовий ринок біоенергетики наразі оцінюється приблизно в 22 мільярди доларів США, в ньому беруть участь 25 великих компаній і вісім країн. Цікаво, що найбільшу частку ринку займають відносно невеликі компанії з річним обсягом продажів 150 мільйонів доларів США або менше. На більшості цього ринку домінують розвинені країни: 39% світового ринку біоенергетики припадає на США, 29% - на європейські країни, 6% - на Північну та Південну Америку і 26% - на Японію та Китай [6].

Згідно з рейтингом Ernst & Young, до першої п'ятірки країн-виробників біопалива входять США, Бразилія, Німеччина, Франція та Іспанія. США та Німеччина мають найкращі показники з виробництва етанолу, а Німеччина, США та Франція - з виробництва біодизелю. Бразилія входить до топ-15 біоенергетичних країн і має найбільш розвинену інфраструктуру для виробництва біопалива. Як видно з наведених даних, біоенергетика стабільно розвивається не тільки в розвинених країнах, а й у країнах, що розвиваються. Наприклад, до топ-15 країн з найвищими показниками виробництва різних видів біопалива входять країни БРІК (за винятком Росії), тобто Бразилія, Індія та Китай, а також США, Німеччина та Великобританія. Україна є аутсайдером у світовому біоенергетичному секторі, незважаючи на наявність значних біологічних ресурсів для виробництва біопалива, включаючи ліси, відкриті землі для вирощування сільськогосподарських культур, відходи целюлозно-паперових та фанерних комбінатів, фермерських господарств та птахофабрик.

В країнах Азії увага зосереджена на розробці програм утилізації сільськогосподарських відходів для комбінованого виробництва теплової та електричної енергії. Успіх таких програм пояснюється активною державною підтримкою, високою окупністю та зацікавленістю приватних інвесторів, а також можливістю продажу надлишків електроенергії в національну мережу. Кількість електростанцій, що працюють на цукровій тростині, рисовому лушпинні та деревних відходах, у цих країнах стрімко зростає [10].

З середини цього десятиліття використання біогазу для виробництва електроенергії інтенсивно розширюється в країнах Азії, що розвиваються, зокрема в Таїланді (крохмаль, пальмова олія, відходи спиртових заводів і свиноферм) і на Філіппінах (відходи свиноферм).

Біогазові електростанції будуються в Індонезії та Малайзії. Найбільш поширеними джерелами біогазу в Азії є стічні води та відходи виробництва крохмалю, відходи з заводів з виробництва пальмової олії та етанолу, а також екскременти тваринництва. Масштаби виробництва біогазу з побутових

відходів у регіоні зростають. Такі системи вже працюють в Індії, Сінгапурі та Таїланді. Загальна вартість будівництва заводу з виробництва електроенергії з сільськогосподарських відходів.

Виробництво етанолу, а отже, і попит на нього, в основному зумовлені вимогами щодо змішування палива. Таким чином, використання етанолу безпосередньо пов'язане з бензином, а ціни на них мають тенденцію до взаємозв'язку. Основною проблемою для виробництва етанолу є ціна продукту та фактори, що на неї впливають. Вартість етанолу визначає конкурентоспроможність [24]. Світовий ринок біопалива заміщує 2,32-5% споживання нафти і використовує 71 мільйон гектарів орних земель. Серед біопалив виробництво етанолу перевищує виробництво біодизеля: у 2018 році виробництво етанолу досягло 110 мільярдів літрів. Основними країнами-виробниками етанолу є США (2018: 54% частка, основна сировина - кукурудза) та Бразилія (2018: 30% частка, основна сировина - цукрова тростина). Частка виробництва нехарчового етанолу другого покоління є незначною (0,4%, 400 млн л/рік), але очікується, що вона значно зросте і може подвоїтися до 2023 року. Етанол виробляється з різних видів сировини, зокрема, з сільськогосподарських продуктів, таких як кукурудза та солома в США та Китаї, жом та солома цукрової тростини в Бразилії та меляса в Індії. Приблизно 80% світового виробництва етанолу використовується як паливо, а решта 20% - у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості.

Метою використання біоетанолу є поступове заміщення моторного та авіаційного палива, виробленого з мінеральної сировини, такої як нафта, газ та вугілля. Біоетанол як моторне паливо - перспективний екологічний тренд №1. Він є нейтральним з точки зору парникових газів. Викиди можна скоротити на 75% порівняно з мінеральним паливом; у 2020 році у світі буде вироблено 110 млн м³ біоетанолу. Щорічний приріст 7%. Вже заміщує 11% світового бензину; до 2030 року планується замістити 14%.

Основними перевагами виробництва біоетанолу є високі темпи зростання ринкового попиту, швидкий оборот протягом 5 днів та висока

рентабельність (>100%) при виробництві як самого біоетанолу (35%), так і побічних продуктів (DDGS, DCO, CO₂, CH₄).

UTC™ співпрацює з компаніями у Франції та США з метою впровадження біоетанольних заводів, які підвищують їх конкурентоспроможність завдяки використанню світових технологій, найсучаснішого обладнання та енергоефективних рішень.

Технічний досвід UTC™ на ринку біоенергетики підтримує перехід до відновлюваних джерел енергії та сприяє розвитку сільськогосподарського сектору.



Рис. 2.3. ТОП-5 виробників біопалива

Джерело: Міжнародне енергетичне агентство (IEA)

Світовий ринок біопалива замінює 2,32-5% споживання нафти, використовуючи 71 млн га орних земель. У 2018 році виробництво етанолу досягло 110 млрд л. Основними виробниками етанолу є США (2018 рік: частка 54%, основна сировина – кукурудза) та Бразилія (2018 рік: частка 30%, основною сировиною є цукрова тростина).

Активний розвиток ринків біоетанолу в обох країнах був спровокований енергетичною кризою 1970-х років. Щоб стати незалежними від імпорту нафти, США та Бразилія запровадили обов'язковий вміст етанолу в бензині.

Заводи з виробництва біоетанолу є галуззю з високою доданою вартістю, в якій працюють сотні кваліфікованих працівників. Вони також

виробляють високопротеїнову кормову добавку DDGS та зріджений вуглекислий газ CO₂.

Очікується, що обидва ці заводи будуть продаватися на внутрішньому ринку та в ЄС. Переваги вітчизняного виробництва біоетанолу очевидні. Однак, на жаль, при обговоренні цієї теми часто доводиться стикатися з суперечливою, а іноді й недостовірною інформацією. Спробуємо розібратися в нюансах.

В інформаційних матеріалах біоетанол називають біоетанолом першого, другого та третього покоління. Основна відмінність полягає в сировині.

Біопаливо першого покоління виготовляється з харчових культур, вирощених на орних землях (пшениця, кукурудза, бурякова меляса, цукрова тростина). Вуглеводова сировина (цукор або крохмаль), що міститься в цих культурах, перетворюється на етанол шляхом дріжджового бродіння.

Біопаливо другого покоління виробляється з лігноцелюлозної сировини, такої як деревна біомаса та сільськогосподарські відходи (солома, макуха, багаторічні трави).

Біопаливо третього покоління виробляється з водоростей. Виробництво вимагає великої кількості енергії та добрив. Це паливо розкладається швидше, ніж інші види біопалива, і має вищу в'язкість при низьких температурах.

В останні роки дослідження з виробництва біопалива третього покоління здебільшого були призупинені з економічних причин. Фактично, можна стверджувати, що ця тема вичерпала себе. Це призвело до зміни класифікації біопалива.

Наразі біоетанол з лігноцелюлозної сировини класифікується в ЄС як просунуте біопаливо. Згідно з останньою версією Директиви ЄС 2018/2001, біопаливо, вироблене з продовольчих культур, підлягає транспортному використанню на рівні до 7%.

Водночас до 2030 року вимоги до доступності сировини для виробництва будуть посилені з урахуванням прямих і непрямих ризиків для землекористування.

До нових країн-членів ЄС може бути застосована максимальна ставка 2%. Україна має право вимагати встановлення ставки податку на рівні 7% для своєї країни, але це є предметом переговорів після вступу України до ЄС.

Наразі в Україні немає закону, який би вимагав використання сумішевих палив на основі біоетанолу або забороняв їх використання.

Погіршення ринкової кон'юнктури під час війни відкрило можливості для продажу сумішевих палив E5 та E10, що містять до 5% та 10% етанолу відповідно.

Більшість автомобілів, мотоциклів та скутерів, вироблених після 2000 року, відповідають стандарту E10; за даними AUTO-Consulting, на початок 2021 року середній вік легкових автомобілів в Україні становив 22,7 року. Це означає, що більшість легкових автомобілів, які використовуються в Україні, сумісні з сумішами E5 та E10.

У 2021 році компанії, що входять до Європейської асоціації відновлюваного етанолу, виробили 4,4 млн тонн етанолу та 4,48 млн тонн високопротеїнових кормів. Близько 85% етанолу пішло на паливо.

Останніми роками в Україні обговорюється необхідність переходу на виробництво сучасних видів біопалива з деревини та соломи. Це перспективний сектор, особливо для добре розвиненого аграрного сектору України.

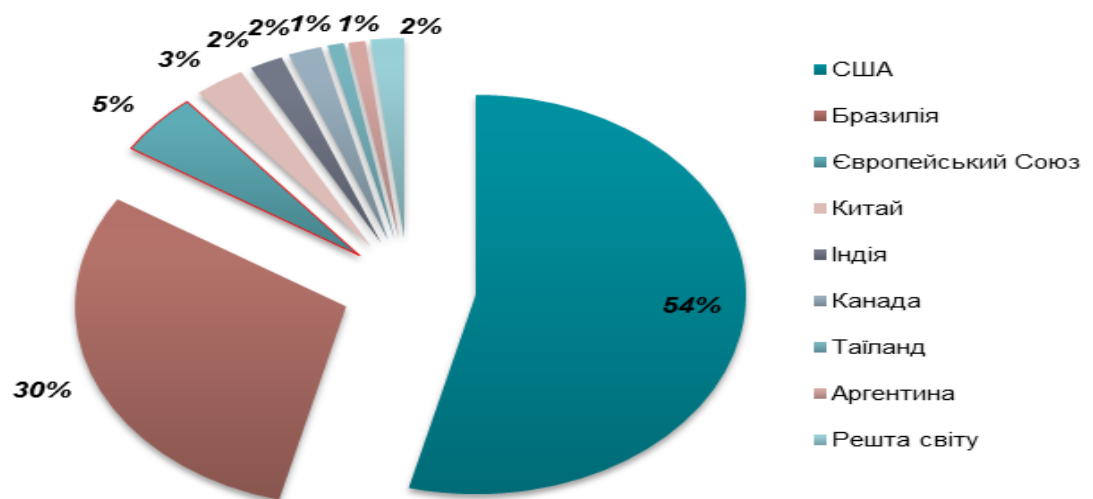
Однак, технології промислового виробництва великої кількості високоякісного біоетанолу за низькою собівартістю у світі поки що не існує. За даними Міністерства сільського господарства США, станом на 2022 рік в ЄС буде лише один завод з переробки соломи. Його побудувала в Румунії швейцарська компанія Clariant.

Виробнича потужність заводу становить 50 000 тонн біоетанолу вищого гатунку. Сировиною є 250 000 тонн соломи місцевого виробництва. У

проект було інвестовано 140 млн євро, з яких 100 млн євро - власні кошти компанії, а 40 млн євро надійшли з різних фондів ЄС.

ЄС все частіше використовує сумішеве паливо з високим вмістом етанолу, E20 і E85, яке виробляється з сільськогосподарських культур і має багато додаткових переваг. Близько 10% європейського біоетанолу виробляється з України. Компанія Pro-Consulting провела дослідження ринків спирту та біоетанолу в Україні та ЄС, в якому представлені основні тенденції, виробничі потужності, динаміка і структура ринків спирту та біоетанолу. 2019 року США є найбільшим у світі виробником етанолу, на який припадає близько 54% світового виробництва етанолу.

Розподіл виробництва етанолу по всьому світу в 2019 році по країнах



Джерело: <https://www.statista.com/>

Рис.2.4. Світовий розподіл виробництва етанолу у 2029 році по країнах. Джерело: [25].

ЄС є третім найбільшим виробником етанолу у світі. Незважаючи на це, європейські виробники етанолу побоюються впливу імпорту з США та Бразилії.

Вже сьогодні в деяких регіонах, таких як Німеччина, сектор альтернативної енергетики робить значний внесок у розвиток місцевої економіки. Саксонія-Ангальт, наприклад, є одним з найбільш швидкозростаючих регіонів Німеччини. Валовий регіональний продукт

зростає на 6,5% щорічно. Він також посідає друге місце в країні за продуктивністю праці. Саксонія-Ангальт є лідером за обсягом прямих іноземних інвестицій у Німеччині. Загальний обсяг інвестицій в економіку регіону наразі оцінюється у понад 5 мільярдів євро. Саксонія-Ангальт є домом для низки відомих компаній та науково-дослідних інститутів, що працюють у сфері альтернативної енергетики. За даними Міністерства економіки регіону, 37% енергії, що споживається в Саксонії-Ангальт, виробляється з відновлюваних джерел енергії. Кількість електроенергії, виробленої вітрогенераторами на півночі Саксонії-Ангальт, еквівалентна роботі однієї атомної електростанції. 80% всіх сонячних панелей, встановлених в Європі, виробляються в Саксонії-Ангальт. Десята частина світових сонячних елементів виробляється в Саксонії-Ангальт. У столиці землі Магдебурзі компанія Enegcon виробляє найбільший у світі безредукторний перетворювач енергії вітру. Тут розташовано близько 50 % німецьких потужностей з виробництва біоетанолу та 30 % потужностей з виробництва біодизелю.

Відновлювані джерела - джерело енергії В Угорщині відновлювані джерела енергії розвиваються відповідно до урядової програми Keog, яка виділяє на ці цілі 215,1 млн євро. За останні кілька років значні інвестиції були зроблені у вітроенергетику та біомасу. Наприклад, компанія Elinbgruppe наразі реалізує проект вартістю 45 млн євро з використання біомаси на теплових електростанціях. Введення в експлуатацію цієї ТЕЦ потужністю 12,5 МВт заплановано на 2018 рік, і очікується, що вона буде забезпечувати електроенергією близько 12 000 домогосподарств і теплом близько 4 000 будівель [23].

Потужності виробництва етанолу в країнах Європи (Мільйон літрів)

**Всього
9,171**

*Включає виробництво в країнах за межами Союзу. В ЄС виробництво етанолу становить 6,3 млрд л від загальної виробничої потужності країн Європи.



Рис.2.5. Потужності з виробництва етанолу в країнах Європи

Джерело: розроблено авторкою за [27]

Аналіз ринку спирту та біоетанолу показує, що європейські виробники продовжують постачати обсяги етанолу для палива, необхідні для задоволення потреб ЄС у відновлюваній енергетиці та кліматі, заводи виробляють все більше етилового спирту для дезінфікуючих засобів для рук, а виробники підтримують ланцюги поставок співпраця з національними урядами та ЄС для підтримки ланцюжка поставок. Однак зростання попиту на промислові сорти, що використовуються як сировина для виробництва, ще не компенсувало зниження попиту на біоетанол та харчовий етанол. Деякі заводи були змушені скоротити виробництво.

Основними факторами, що впливають на розвиток ринків спирту та біоетанолу, є

1. ліцензування діяльності - діяльність, пов'язана з виробництвом спирту та спиртовмісної продукції, а також зовнішньоекономічна діяльність з використанням спирту, потребує отримання дозволу, який видається державою

2. маркетинг продукції - ефективність маркетингу передбачає налагодження ланцюга постачання від виробництва до кінцевого споживача

3. державне регулювання - дотримання відповідних стандартів і норм є обов'язковим, що ускладнює процес виробництва і збуту. У багатьох країнах етанол розглядається як товар.

4. вартість сировини - ринок етанолу в ЄС переважно базується на сільськогосподарських культурах. Дефіцит та інші проблеми на ринках сільськогосподарських культур можуть призвести до підвищення вартості сировини та цінової нестабільності на ринку.

Аналіз ринків спирту та біоетанолу також показав значне скорочення виробництва етилового спирту в Україні в період з 2015 по 2019 рр. Основною причиною скорочення виробництва етилового спирту в натуральному вираженні в період з 2015 по 2019 рр. є те, що виробництво спиртових компаній низька рентабельність спиртової галузі через недовантаження потужностей, зміни в системі оподаткування та проблеми з постачанням сировини на підприємства.

Ринок спирту вважається одним з найбільш тінювих ринків, де, за оцінками, більше половини ринку припадає на невраховане виробництво.

У США на біоетанольні суміші припадає близько 30% загального обсягу пального. Завдяки добре налагодженим системам виробництва та активному розвитку галузі, вартість палива в США на 14% нижча, ніж без біоетанолу. Густина біоетанолу становить 0,8 кг/л, тому вага біоетанолу в 10-літровій каністрі становить 8 кг, без урахування ваги каністри.

2.3. Ринок етанолу – потужна складова відновлювальної енергетики України

Україна має великий потенціал для виробництва та споживання біопалива. Особливо в сьгоднішніх складних економічних умовах біопаливо має вирішальне значення для забезпечення сталого розвитку вітчизняного

аграрного сектору. Вітчизняна біопаливна промисловість виробляє біогаз, біоетанол та "зелену" електроенергію. Кожен з цих видів біопалива є більш-менш розвиненим. Однак величезний потенціал альтернативної енергетики в Україні використовується недостатньо: порівняно з країнами ЄС, Україна все ще перебуває в процесі повного використання власних ресурсів. Це особливо актуально під час весняних та осінніх польових робіт. Чому? Тому що Україна імпортує переважно нафтопродукти, ціни на які схильні до коливань на ринку долара та сезонності. Саме тому провідні експерти рекомендують Україні переорієнтуватися на виробництво біопалива. Найближчим часом вітчизняний ринок біопалива кардинально зміниться. Минулого року набув чинності закон про виробництво та використання біопалива. Таке паливо повинно містити біокомпоненти. Крім того, з цього року відсоток біоетанолу в бензині повинен відповідати стандарту 7%.

Виробництво та використання альтернативних видів палива, зокрема біоетанолу, може значно зменшити залежність від бензину. Біоетанол сам по собі не є готовим автомобільним паливом. Сучасні двигуни для транспортних засобів та сільськогосподарської техніки вимагають використання стандартизованих паливних композицій, які відповідають певним параметрам, викладеним у відповідних національних та/або міжнародних стандартах. Виробники транспортних засобів випускають двигуни, сумісні з такими паливами, і відмовляються від гарантії на використання інших паливних сумішей.

Поки вміст етанолу в паливі не перевищує 10% об'ємних одиниць (паливо E10), його властивості суттєво не змінюються, а споживачів (наприклад, у США) навіть не попереджають про наявність етанолу в бензині. Єдина проблема, яка може виникнути в цьому випадку - фазова стабільність палива (розшарування при низьких температурах і можливий контакт з водою). Тому для розповсюдження такого палива потрібен певний рівень технічної культури, який не завжди досяжний у пострадянських країнах.

Паливо, що містить понад 30% етанолу в суміші з вуглеводнями, є більш стабільним, але зі збільшенням відсотка етанолу властивості палива поступово відрізняються від тих, що вимагаються стандартами звичайного бензину. Властивості палива необхідно коригувати, щоб вони відповідали вимогам стандартів, або шляхом адаптації двигуна, або шляхом додавання додаткових компонентів у паливо.

Суміші етанолу та вуглеводнів зазвичай позначаються літерою E та цифрою, що відповідає відсотковому вмісту етанолу в суміші. Наприклад, паливо E10 містить близько 10% етанолу, а паливо E85 - до 85% етанолу. У міжнародній літературі існують визначення для низько- та високооктанових палив (паливо з низьким вмістом етанолу 5,15% та високим вмістом етанолу 60,95%). На сьогоднішній день всі відомі виробники адаптували свої транспортні засоби до споживання низькооктанового пального з вмістом етанолу до 10%.

В Європі, навіть у Бразилії, паливо з вмістом біоетанолу 70,95% продається під маркою E85-E95. Багато виробників транспортних засобів вже модифікували свої двигуни для використання цього палива. Автомобілі з такими двигунами відомі як повністю гнучкі транспортні засоби (FFV), оскільки паливо можна використовувати незалежно від вмісту етанолу.

У США сумішеві палива (ПММ), що містять етанол, умовно класифікуються наступним чином:

– E95 - денатурований паливний етанол, який, відповідно до стандарту ASTM 4806, містить щонайменше 92% етанолу та 2. .5% денатуранту (бензин або його компоненти, решта - добавки).

– E85 є "гнучким паливом" згідно з ASTM D5798. Воно поділяється на три класи (70%, 74% і 79%) відповідно до мінімального вмісту етанолу. Решта - це бензин і присадки;

– E10 - містить близько 10% етанолу, решта - бензин і присадки.

Наступні речовини не можуть використовуватися як денатуратори: будь-які речовини, що негативно впливають на стабільність пального, двигун

і паливну систему; вуглеводні з температурою кипіння вище 225°C; метанол; піррол, скипидар, кетони та гудрон.

Палива E85 і E95 можуть містити до 20...30% води а паливо E10 розшаровується при додаванні 0,5 % води, якщо воно не містить спеціальних стабілізуючих добавок або присадок; "розшарування" палив, що містять етанол, таких як E10, означає, що додавання невеликих кількостей води викликає помутніння, а потім із суміші вуглеводнів і етанолу виділяється етанол. Сорбція етанолу на воді призводить до утворення більшого нижнього шару. У цьому випадку навіть краплі води на дні бензобаку "дестабілізують" паливну суміш, спричиняючи її розшарування.

Вміст етанолу 10. Для досягнення 70 % необхідно вирішити три основні проблеми:

- забезпечення фазової стабільності при змішуванні зі звичайним бензином і в присутності води (паливний або баковий осад);
- забезпечення стабільного горіння у всьому діапазоні навантажень і робочих температур автомобіля (усунення проблем "провалів" і холодного запуску);
- зниження октанового числа бензино-етанольних сумішей з вмістом етанолу понад 10% до прийнятних 95 100 одиниць відповідно до методів досліджень.

У нашій країні виробництво біоетанолу за новими технологіями на цукрових заводах є набагато більш конкурентоспроможним, ніж на існуючих старих біоетанольних заводах.

В інших країнах виробництво біоетанолу з меляси здійснюється на цукрових заводах, а не на спеціалізованих мелясних заводах. Тому в Україні необхідно відновити технічну рівність. Зокрема, оптимальна виробнича потужність становить 6-10 000 тонн на добу (25 000 тонн на рік).

Робота біоетанольних заводів неможлива без переробки мелясної барди на біогаз для виробництва "зеленої" електроенергії або випаровування.

Виробництво біогазу з меляси є однаково вигідним у поєднанні з виробництвом біоетанолу для виробництва біодобрива, електроенергії, пари та тепла на безперервній основі цілий рік.

Однак у світі існує кілька недоліків, серед яких перевитрата палива, вибір технології виробництва біоетанолу, конверсія метану з барди та високі виробничі витрати.

У майбутньому в Україні очікується трансформація цукрових підприємств відповідно до європейських стандартів та створення комплексів з глибокої переробки сировини у вигляді комбінованого виробництва цукру, біоетанолу, біогазу та бетаїну.

Глибока переробка вторинних сировинних ресурсів, таких як меляса та жом, є величезним резервом для розвитку цукрових заводів і, за умови правильного впровадження та експлуатації, перевершить виробництво цукру за рівнем прибутковості.

Час роботи цукрових заводів буде збільшено зі 100 до 365 днів на рік, що підвищить ефективність використання капіталу та прибутковість. Перетворення меляси на біоетанол, виробництво зрідженого CO₂ та мелясної барди, а також подальша глибока переробка на бетаїн та біогаз ще більше оптимізує економіку.

Поєднання метанування меляси та жому з виробництвом "зеленої" електроенергії та біодобрив завершує повний виробничий цикл з відмінними показниками. Біоетанол завжди користувався високим попитом і приносить щонайменше 30% прибутку.

Сьогодні в Україні виграє та компанія, яка першою побудує повний промисловий комплекс з переробки меляси на біоетанол, біогаз, бетаїн та зелену електроенергію. Однак ресурси мелясної сировини становлять лише 500 000 тонн на рік, а ринок виробництва обмежений п'ятьма діючими заводами з добовою виробничою потужністю 10 000 тонн.

Відновлювана енергетика в Україні - це сектор енергетики, що спеціалізується на виробництві та використанні енергії з відновлюваних

джерел. До відновлюваних джерел енергії належать періодичні або стаціонарні потоки енергії, які поширені в природі та обмежені лише стабільністю Землі як космічного планетарного елемента: сонячне випромінювання, вітер, гідроенергія, природне тепло тощо [1].

Україна продовжує розвивати сектор біоенергетики: біопаливо та відходи мають найбільшу частку в структурі виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у 2020 році, яка, як і в попередні роки, становить 75,4%. Виробництво біопалив та відходів зросло на 17% до 4438 тис. т н.е. у 2020 році (3786 тис. т н.е. у 2019 році).

Загальне постачання первинної енергії з біопалив та відходів зросло на 26% до 4241 тис. т н.е. у 2020 році (3349 тис. т н.е. у 2019 році).

Постачання первинної енергії з біопалив та відходів у 2020 році в обсязі 4241 тис. т н.е. еквівалентне заміщенню близько 5,2 млрд м³ природного газу.

У 2020 році 424 тис. т н.е. біопалива було експортовано (442 тис. т н.е. у 2019 році). У 2020 році біопаливо становило 4,3% (2019: 3,1%) у структурі виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії. Загалом частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у загальному постачанні первинної енергії у 2020 році становила 6,6% (4,9% у 2019 році).
<http://ukrsugar.com/uk/post/v-ukraini-castka-bioenergetiki-zbilsilasa-na-26>.

Наразі в Україні налічується близько 13 виробників біоетанолу. Шість з них працюють досить успішно - Зарубинський спиртовий завод, Гисинський спиртовий завод і приватний завод; "Екоенергія" і "Фазор"; Узинський і Гнідавський цукрові заводи. Минулого року було вироблено 80 000 тонн біоетанолу, який був використаний для виробництва альтернативних видів палива.

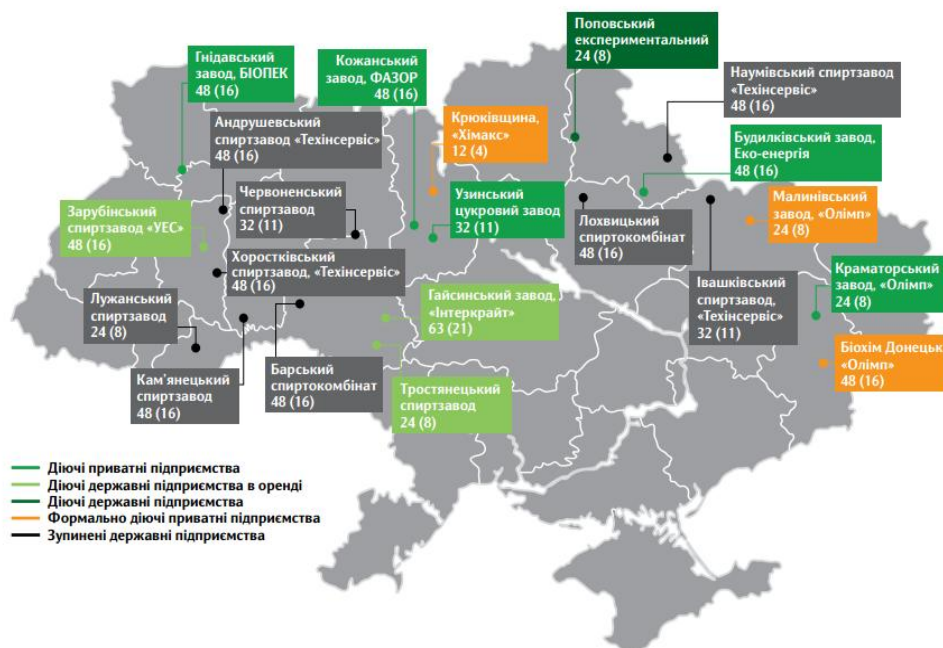


Рис. 3.3. Дислокація діючих та зупинених цукрових та спиртзаводів України. Джерело:

На практиці, однак, етанол використовується на ринку альтернативних видів палива для виробництва різних видів кисневмісних добавок, що не підлягають оподаткуванню, таких як розчинники, сольвенти та оксоли.

Слід відмітити, що в Україні частина заводів, які виробляють цукор, спирт є державною власністю, а частина приватною. При цьому частина державних підприємств передані в оренду, частина державних підприємств не працюючі, частина приватних підприємств діють формально. Слід відмітити, що із російською агресією частина заводів знаходяться на окупованій території Донецької та Луганської областей і не відомий їх технічний стан, т.я. із частини заводів ворог демонтував обладнання та вивіз до РФ (табл 3.1).

Таблиця 3.1

Перелік підприємств України з виробництва етанолу

№ з.п	Назва підприємства	Форма власності	Стан під-ства
1	Поповський експериментальний	державний	діючий
2	Зарубінський спиртзавод «УЕС»	державний (оренда)	діючий

3	Тростянецький спиртзавод	державний (оренда)	діючий
4	Гайсинський завод «Інтеркрайт»	державний (оренда)	діючий
5	Камянський спиртзавод	державний	зупинений
6	Лужанський спиртзавод	державний	зупинений
7	Барський спиртзавод	державний	зупинений
8	Хоростківський спиртзавод «Техінсервіс»	державний	зупинений
9	Червоненський спиртзавод	державний	зупинений
10	Андрушевський спиртзавод «Техінсервіс»	державний	зупинений
11	Лохвицький спитрокомбінат	державний	зупинений
12	Івашківський спиртзавод «Техінсервіс»	державний	зупинений
13	Наумівський спиртзавод «Техінсервіс»	державний	зупинений
14	Гнідавський завод «Біопек»	приватний	діючий
15	Кожанський завод «ФАЗОР»	приватний	діючий
16	Узинський цукровий завод	приватний	діючий
17	Будилківський завод «Еко-енергія»	приватний	діючий
18	Краматорський завод «Олімп»	приватний	діючий
19	Крюківщина «Хімакс»	приватний	формально діючий
20	Малинівський завод «Олімп»	приватний	формально діючий
21	Біохім Донецьк «Олімп»	приватний	формально діючий

Джерело:

Очікуваний попит на українському ринку становить понад 300 000 тонн біоетанолу при вмісті 5% від бензину. Якщо вміст біоетанолу буде збільшено до 7%, попит разом з альтернативними видами палива очікується на рівні 450 000 тонн.

Україна приєдналася до Європейського енергетичного співтовариства і взяла на себе зобов'язання виробляти 11% електроенергії з відновлюваних джерел до 2020 року і 25% до 2035 року [4] З 2009 року об'єкти відновлюваної енергетики в Україні підпадають під дію "зеленого" тарифу.

Енергетичне Співтовариство - це міжнародна організація, до складу якої входять країни ЄС та треті країни. Метою організації є поширення енергетичного ринку ЄС на країни Південно-Східної Європи та інші регіони.

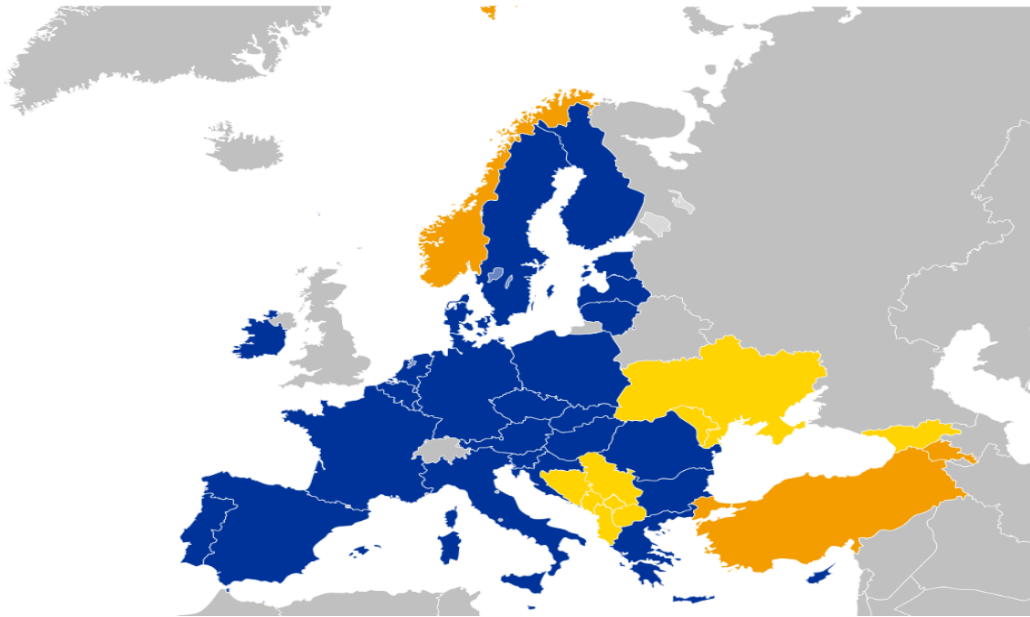


Рис 2.6. Карта-схема Європейського енергетичного співтовариства.

Джерело: розроблено авторкою [28].

Країни-члени зобов'язуються створити регуляторну базу в енергетичному секторі відповідно до Угоди про заснування ЄС (*Acquis communautaire*) та лібералізувати енергетичний ринок.

У 2020 році Україна посіла друге місце в загальному рейтингу країн-членів Енергетичного Співтовариства за рівнем імплементації європейського законодавства [28].

Україна планує збільшити частку відновлюваних джерел енергії в загальному балансі встановленої потужності приблизно до 20% до 2020 року, з базовим сценарієм 12,1 ГВт (включаючи великі гідроелектростанції) та 25 ТВт-год виробництва електроенергії.

Відповідно до Рішення Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства "Про імплементацію Директиви 2009/28/ЄС та внесення змін до статті 20 Договору про заснування Енергетичного Співтовариства", обов'язкові національні цілі у сфері відновлюваної енергетики, головним чином з метою надання певних гарантій інвесторам та стимулювання розвитку нових технологій та інновацій у цій галузі Країна встановила наступні цілі. Україна взяла на себе зобов'язання збільшити частку відновлюваних джерел енергії в

кінцевому енергоспоживанні країни до 11% до 2020 року, що є сильним стимулом для подальшого розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні.

Для досягнення цих цілей Рада Міністрів України затвердила План заходів з імплементації Директиви 2009/28/ЄС Європейського Парламенту та Ради розпорядженням № 791-р від 3 вересня 2014 року, а розпорядженням № 902-р від 1 жовтня 2014 року - Національний план дій з відновлюваної енергетики. Національний план дій з відновлюваної енергетики.

Реалізація заходів, передбачених Директивою 2009/28/ЄС Європейського Парламенту та Ради про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел в Україні, сприятиме реалізації державної політики у сфері розвитку відновлюваної енергетики.

Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року передбачає:

– збільшити встановлену потужність об'єктів відновлюваної енергетики до 10900 МВт та збільшити виробництво "зеленої" електроенергії до 26 млрд кВт-год у 2020 році;

– збільшення використання теплової енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, до 5,85 млн тонн нафтового еквіваленту у 2020 році; та

– збільшити використання відновлюваної енергії у транспортному секторі до 505 тис. т н.е.

Реалізація заходів національної програми дозволить оптимізувати структуру паливно-енергетичного балансу, що призведе до споживання 8,59 млн. тонн відновлюваної енергії у 2020 році. Це еквівалентно 11% загального кінцевого споживання енергії в Україні та заміщенню понад 10 млрд м3 газу.

Таблиця 2.2

Потужності відновлювальної енергетики (МВт)

Роки	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Вітрова	426	438	465	533	1170	1314	1673
Сонячна	432	531	742	1388	4925	6094	6227
СЕС домогосподарств	2	17	51	157	553	779	1205
Малі ГЕС	87	90	95	99	114	116	121
Бірмаза	35	39	39	52	55,9	91	152
Біогаз	17	20	34	46	70,3	103	124
Ввод потужностей	32	136	291	848	4658	1577	1005
Встановлена потужність	999	1135	1426	2275	6939	8516	9521
Відсоток генерації				1,7%	3,7%		
Великі ГЕС/ГАЕС	6048,2	6048,2	6048,2	6048,2	6048,2	6048,2	6523,2

В Україні дослідженнями у сфері відновлюваної енергетики займаються, зокрема, Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України, Міждисциплінарний науково-технологічний центр, Українська біоенергетична асоціація [2], інші науково-дослідні установи та приватні компанії.

За оцінками дослідників, загальний економічно доцільний потенціал відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії в Україні становить приблизно 454,4 млрд кВт-год на рік, або 59,2 млн тонн умовного палива.

У вересні 2019 року найбільша асоціація відновлюваної енергетики країни була інтегрована у всеукраїнську платформу Global 100 %RE Ukraine; станом на 2017 рік на відновлювані джерела енергії припадало 6,67% енергоспоживання країни (рис. 2).

Серед засновників - ГО "Офіс Амбасадорів з відновлюваної енергетики", Українська асоціація енергосервісних контрактів, Центр розвитку Бессарабії, Вінницька обласна громадська організація "Наукове об'єднання "Інститут глобальних трансформацій", ГО "Українська

вітроенергетична асоціація", Українська біоенергетична асоціація, Українська воднева рада [33]. Включає.

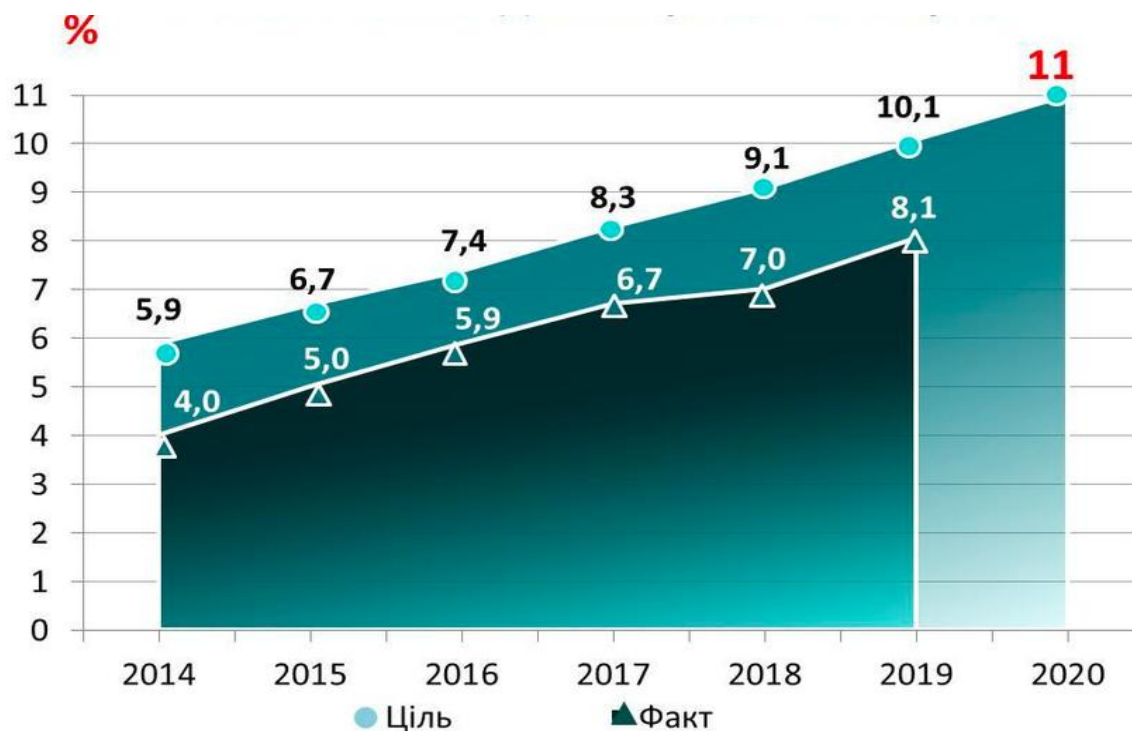


Рис 2.7. Загальна частка ВДЕ в енергобалансі України
Джерело: розраховано авторкою на основі [30].

Мета об'єднання - створити єдину систему безпечних та екологічно чистих технологій, які в майбутньому замінять усі "брудні" технології, що спалюють традиційні види палива та енергоресурсів. Учасники платформи підтримують декарбонізацію економіки та перехід на чисту енергетику і розраховують на підтримку з боку європейських країн.

Висновки до розділу 2

Відновлювана енергія - це енергія, отримана з джерел, які не є дуже виснажливими при використанні, таких як сонячне світло, вітер, дощ, припливи, хвилі та геотермальна енергія. Відновлювана енергія поступово замінює традиційні види палива в чотирьох різних секторах: виробництво електроенергії, гаряча вода та опалення, паливо для транспортних засобів та сільські (незалежні) енергетичні послуги. Енергія є ключовим питанням для світової економіки, особливо в транспортному секторі, де біопаливо може стати прямою заміною традиційним видам палива. В даний час видами

відновлюваної енергетики, що мають найбільший потенціал для розвитку в регіоні, є вітроенергетика, сонячна енергетика та біоенергетика.

Найважливішими перевагами вітроенергетики є її невичерпні ресурси, екологічність та широка доступність. Крім того, вітроенергетика сприяє збереженню викопного палива та зменшенню викидів вуглекислого газу та оксидів азоту в атмосферу.

Фотовольтаїка базується на використанні сонячної енергії. Сонячні теплові електростанції (які перетворюють сонячну енергію в енергію повітряного потоку) і сонячні аеростатні електростанції (які нагрівають поверхню аеростата сонячним випромінюванням і генерують водяну пару в аеростаті) використовують сонячне випромінювання. Крім того, сонячна енергія також використовується для місцевого хімічного виробництва. Наприклад, сонячні вежі та встановлені на них фотоелектричні елементи можуть виробляти такі речовини, як водень і кисень, в результаті різних реакцій [9].

Наразі використовуються методи виробництва біопалива першого покоління. Технології виробництва біопалива другого покоління вже доступні в нерозвинених формах, але вони значно дорожчі, ніж технології першого покоління.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ З ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕТАНОЛУ

3.1. Техніка та технологія виробництва біоетанолу

Сучасна концепція виробництва біоетанолу в ОТГ вимагає використання обладнання, яке відповідає останнім світовим вимогам до якості, надійності та ефективності. Обладнання може бути розподілене по різних стадіях технологічного процесу для досягнення запланованої продуктивності та потужності виробництва біоетанолу.

Розглянемо, наприклад, спрощену установку для виробництва біоетанолу на основі технології TEEU™.

Компанія "Техінсервіс" розробляє і пропонує технологію TEEU™ (Techinservice Exclusive Energy Using™). Ця технологія забезпечує повністю автономну установку, яка не потребує зовнішнього постачання енергії для виробництва електричної та теплової енергії (пари).

BRU (Brago Rectification Unit) складається з однієї колони композитного складу (тарілка/регулярна насадка). Запатентована технологія TEEU™ конденсує флегму в ребойлері колони за допомогою компресора. Молекулярна адсорбція зі змінним тиском (PSA) живиться в газовій фазі від флегмового компресора, а PSA складається з двох адсорбційних реакторів. Висушений спирт конденсується в рекуперативному конденсаторі.

Споживання пари становить 0,4 кг/л біоетанолу. Споживання електроенергії для виробництва біоетанолу становить 0,426 кВт-год/л біоетанолу (включаючи водоочисну установку) [31].



Рис. 3.1. Браго-ректифікаційна установка виробництва біоетанолу за технологією TEEU™

Огляд літературних джерел показує, що вихідною сировиною для виробництва біоетанолу та спирту є крохмалевмісна сировина (зернові, картопля) або цукровмісна сировина (меляса, рідше цукровий буряк). Загалом, процес виробництва біоетанолу складається з двох основних етапів: виробництва спирту-сирцю та дегідратації етанолу. Більшість біоетанолу виробляється за допомогою чотириступеневого процесу:

1. сировина для виробництва етанолу подрібнюється для швидшої переробки;
2. з сировини видобувають цукор або перетворюють крохмаль чи целюлозу на цукор;

3. бактерії поглинають цукор, а біоетанол і вуглекислий газ утворюються як побічні продукти в процесі ферментації;

4. на завершальному етапі етанол очищується, зневоднюється та денатурується.

Щоб простежити весь процес виробництва біоетанолу із зернової сировини, розглянемо його на прикладі одного з найбільших заводів компанії в Лілльбоні (Франція).

Цей завод переробляє 820 000 тонн зерна на рік, зібраного зі 100 000 гектарів посівів. При цьому завод виробляє 300 000 м³ біоетанолу та 240 000 тонн побічних продуктів, так званої дріжджової барди.

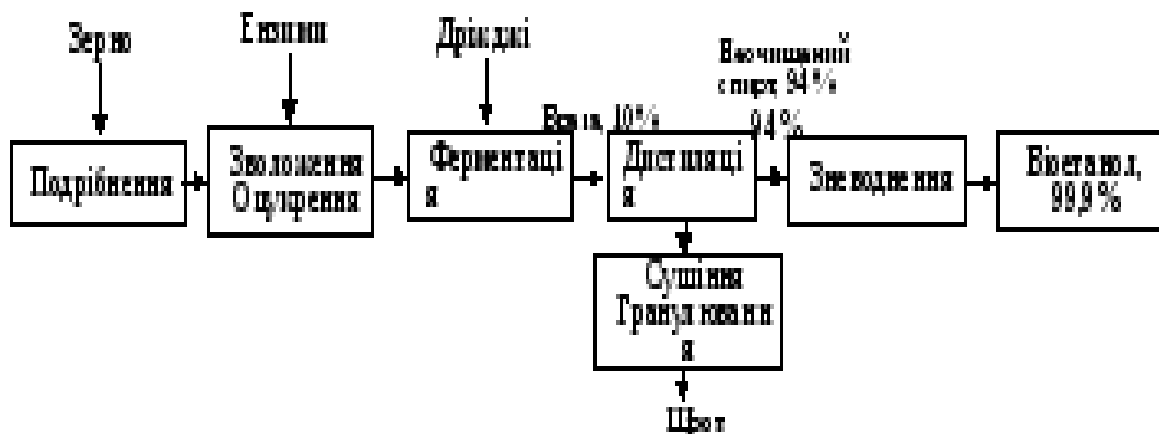


Рис. 3.2. Структурна схема виробництва біоетанолу із зернової сировини
Джерело: [32].

Спочатку збирають сировину. Зерна дрібно подрібнюють, щоб полегшити ферментативний гідроліз крохмалю. Отримане грубе борошно зволожують і перемішують. Далі додають два ферменти при температурі 90 °С. Це розщеплює в'язкість і розбиває молекули крохмалю на менші сполуки. Наступний етап - оцукрювання. Цей процес вивільняє глюкозу, що міститься в крохмалі. Глюкоза, насичена дріжджами, перемішується і переходить до стадії бродіння. Під час процесу бродіння вся глюкоза перетворюється на спирт. Потім відбувається дистиляція, в результаті якої отримують 94%

спирту. Однак перед додаванням до бензину з етанолу необхідно видалити домішки води. Для цього етанол зневоднюють на молекулярному ситі до 99,9%. Кінцевим продуктом є біоетанол.

Побічним продуктом виробництва біоетанолу є рідкий спирт після барди, з якого отримують сушену барду. Висушену барду сушать при 400 °С і формують у гранули діаметром 6 мм. Гранули містять 32% протеїну і можуть використовуватися як готовий корм. У Франції з 1 тонни пшениці виробляють 375 літрів біоетанолу та 310 кг сушеної барди.

У природному (рідкому) стані більш-менш ефективна післяспиртова барда може використовуватися як корм для великої рогатої худоби, а в висушеному стані - для свиней, птиці, дрібних тварин і риби.

Завод обладнаний ферментаційною установкою для зброджування біогазу, який потім спалюється для виробництва електроенергії.

Виробництво біоетанолу з цукровмісної сировини.

У всьому світі цукрова тростина є найпоширенішою цукровмісною культурою для виробництва біоетанолу. Однак на території України її вирощування неможливе через кліматичні умови. Тому розглянемо технологію виробництва біоетанолу з цукрових буряків - другої за поширеністю сировини для виробництва біоетанолу у світі.

Існує кілька способів виробництва біоетанолу з цукрових буряків. Наприклад, його можна виробляти з дифузійного соку, цукрового сиропу (який є дорогим, оскільки вимагає спеціального технологічного обладнання), меляси, синьої меляси, меляси першого сорту, меляси другого сорту або їх суміші.

В даний час найбільш поширеним методом виробництва біоетанолу є використання меляси, побічного продукту виробництва цукрових буряків. Мелясу отримують як залишковий маточний розчин при кристалізації цукру. В середньому з однієї тонни цукрових буряків у цукровому виробництві отримують 3,5-4,4 тонни меляси.

Мелясу можна використовувати як сировину для дріжджів та кормів для тварин, але набагато ефективніше перетворювати її на біоетанол. Біоконверсія меляси дозволяє отримувати не тільки біоетанол, але й біогаз від метанового бродіння відходів виробництва біоетанолу, спиртових бардових відходів.

При виробництві біоетанолу з меляси спочатку зброджують мелясне сусло. Мелясу підкислюють соляною кислотою, збагачують джерелами азоту та фосфору і готують до зброджування шляхом додавання консерванту, який тривалий час зберігає свою активність при високих температурах і забезпечує повний бактерицидний ефект.

Бродіння здійснюється з використанням сучасних методів культивування дріжджів у поєднанні з анаеробним зброджуванням сусла з використанням штамів дріжджів з підвищеною спиртоутворювальною здатністю та осмотичними властивостями. [33].

Технологія виробництва біоетанолу з точки зору хіміка-технолога.

Крохмальна сировина перетворюється на цукри за допомогою ферментативних процесів. Під впливом ферментів дріжджів цукри перетворюються на етиловий спирт (C_2H_5OH) і вуглекислий газ (CO_2), утворюючи зрілий солод. До меляси відносять зернову, картопляну, бурякову, мелясну та мелясно-зерно-картопляну, мелясно-бурякову, буряково-картопляну, мелясно-цукрову та цукрово-зерно-картопляну суміші. Меляса - це багатокомпонентна система, що складається з води (82-90% за масою), сухих речовин (4-13% за масою) та етилового спирту з летючими домішками (5-9% за масою або 6-14% за об'ємом). Сусло завжди містить певну кількість вуглекислого газу. Вміст вуглекислого газу в бражці, взятій безпосередньо з бродильного апарату, становить 1. 1,5 г/дм³. При подачі бражки на рафінадний завод втрачається 35-45% вуглекислого газу.

Аналіз показує, що суха речовина бражки містить незброжені цукри, декстрини, клітковину, амінокислоти, інші азотисті речовини та мінеральні солі. Здебільшого вони перебувають у розчиненому стані, а деякі - у вигляді

зважених частинок (перикарп, дріжджові клітини тощо). Під час переробки сухі речовини, що містяться в суслі (дріжджові грудочки, гранули, волокна, гіпс, фосфат кальцію, карамель і меланоїдин), прилипають до стінок обладнання, створюючи органічну плівку, яка перешкоджає роботі обладнання.

Зернова та картопляна меляса містить більше зважених часток і є більш в'язкою, ніж мелясна меляса. Мінеральні солі та кислоти, що містяться в картопляному пюре, викликають кислу реакцію ($\text{pH} = 3,5 \dots 5,6$).

Буряковий пюре і пюре з молоді картоплі сильно піняться. Якщо в мелясі є надмірний вміст вапна і бражка підкислена сірчаною кислотою, в ній можуть утворюватися великі відкладення гіпсу.

Обладнання для виробництва біоетанолу може переганяти бражку, але перегонка бражки з концентрацією спирту менше 7,5% є небажаною, оскільки це значно знижує продуктивність обладнання для перегонки бражки, збільшує витрати пари та збільшує втрати спирту. Тому для забезпечення ефективної роботи обладнання необхідно контролювати параметри (концентрацію спирту) в бражці.

У бражці міститься понад 70 летких речовин (домішок), пов'язаних зі спиртом. Їх вміст низький, зазвичай менше 1,0% етилового спирту, але іноді досягає 1,5%, в основному це метанол.

За хімічними властивостями леткі домішки можна розділити на чотири групи: спирти (крім етилового), альдегіди, кислоти і складні ефіри. Існують також групи азотистих речовин (аміак, аміни, амінокислоти) і сірковмісних речовин (сірководень, діоксид сірки, сірчана кислота, меркаптани) тощо. Склад і вміст летких домішок залежить від якості сировини та технологічного режиму її переробки. Домішки частково мігрують із сировини, води та вторинних інгредієнтів і частково утворюються в процесі приготування суслу, але з'являються переважно під час бродіння.

Основна частина домішок (0,4-0,6% етилового спирту) припадає на базовий спирт сивушних масел. Основними компонентами є 60-90%

ізоамілового спирту, 8-27% ізобутилового спирту і 3-20% н-пропілового спирту. Вони утворюються в процесі ферментації. Летючі домішки можуть бути зріджені в гасильнику, якщо це необхідно.

Метиловий спирт не належить до сімейства "киплячих" спиртів. В основному він утворюється під час термічної обробки сировини і в невеликих кількостях під час ферментації. Джерелом метанолу також може бути надлишок формаліну, який використовується для консервації сировини та обладнання. Вміст метанолу в спирті-сирці становить 0,005... 0,005 % об'ємних, але в деяких випадках (наприклад, при переробці цукрових буряків) він досягає 1,2 % об'ємних. Мелясна бражка містить мало метилового спирту (або менше 0,0001% за об'ємом).

Оцтова кислота є найпоширенішим альдегідом у спирті-сирці. Дистилят меляси містить близько 0,05% альдегідів в етиловому спирті, що в 10-50 разів більше, ніж у зернових і картопляних дистилятах. Кількість альдегідів збільшується зі збільшенням аерації суслу в процесі виробництва дріжджів. Альдегіди в основному утворюються під час процесу бродіння. Крім оцтового альдегіду, вони включають пропіонову, масляну і валеріанову кислоти.

Естери в основному представлені етиловим ефіром оцтової кислоти (до 350 мг/дм³), етиловим ефіром мурашиної кислоти, метиловим ефіром оцтової кислоти, етиловим ефіром оцтової кислоти, ізобутиловим ефіром оцтової кислоти, пропіловим ефіром ізомасляної кислоти та ізоаміловим ефіром оцтової кислоти.

Летючі кислоти (наприклад, оцтова, масляна, пропіонова і ксерова) зазвичай не перевищують 0,1% спирту. Сполуки азоту включають аміак, триметиламін, триетиламін і етаноламін; сполуки сірки включають сірководень, діоксид сірки, етилмеркаптан і етиловий сірчаний альдегід. Ці сірчисті сполуки з'являються, коли мелясна меляса або інша сировинна меляса має дефекти.

Найпоширенішим ефіром у спиртовій сировині є етилацетат, вміст якого становить 200-400 мг/дм³. Тут переважають етилові ефіри пропіонової, масляної, ізовалеріанової та капронової кислот, а також ізоамілацетат, ізобутилацетат та ізоамілоізовалеріанової кислоти.

Біоетанол можна виробляти з бражки шляхом однократної перегонки і перегонки в ректифікаційній бражній колоні. Перший процес є періодичним, а другий - безперервним. В обох випадках спирт виділяється з бражки під час кип'ятіння разом із супутніми летючими домішками, утворюючи бражний дистилят (низькосортний спирт-сирець), що містить 30-50% спирту (залежно від концентрації спирту в бражці), супутні домішки і воду.

Етиловий спирт відокремлюють від бражного дистиляту або спирту-сирцю і очищають від домішок шляхом ректифікації (важкої перегонки). Процеси дистиляції та ректифікації засновані на різниці в летючості (температурі кипіння) речовин, що розділяються.

Залежно від летючості всі спиртовмісні речовини поділяються на головні (більш леткі, ніж етиловий спирт), хвостові (менш леткі, ніж спирт), проміжні та кінцеві (вищі або нижчі за летючість етилового спирту за місцевих умов).

При виробництві біоетанолу під час екстракції та очищення спирту утворюються побічні продукти, такі як барда, жовткова вода, головна фракція, сивушна олія та сивушний спирт. Нелеткі речовини, що містяться в бражці, видаляються бардою і лаутерною водою, а леткі домішки, пов'язані зі спиртом, видаляються головною фракцією, сивушною олією і сивушним спиртом.

Барда без спирту, деякої кількості води і летких домішок містить всю суху речовину бражки і деяку кількість води. Оскільки якість sake гіндзьо повністю визначається якістю вихідного сусла, особливих вимог до його складу немає, але максимально допустимий вміст етилового спирту не повинен перевищувати 0,015% за об'ємом (0,012% за вагою або 0,0047 моль%).

Сухі речовини моромі та нелеткі продукти спиртового бродіння (наприклад, гліцерин, піровиноградна кислота) залишаються в sake гіндзьо. Вміст сухих речовин у суслі не перевищує 4-12%.

Зернова та мелясна брага гіндзьо мають відмінні характеристики.

Зернова барда є цінним кормовим продуктом у своєму природному вигляді. Її зневоднюють, сушать і використовують як добавку до комбікормів.

Мелясна барда містить значну кількість мінеральних сполук (28-32% від загальної кількості сухої речовини). Сьогодні її концентрують і використовують як добриво, пластифікатор у виробництві бетону та як корм після часткового знесолення. Вихід барди залежить від вмісту спирту в бражці, який еквівалентний 8-12-кратному вмісту спирту. Таким чином, на фермі використовується як зернова, так і дрібнодисперсна барда.

Наступним компонентом є лаутерна вода, яка є залишком після очищення спирту-сирцю. Вона видаляє важкі летючі домішки зі спирту. Кислоти, деякі ефіри, альдегіди, спирти та інші леткі домішки з високою температурою кипіння, в основному вода. Лютеранська вода має кислу реакцію і агресивна по відношенню до вуглецевої сталі. Лужна вода використовується для очищення зернових партій, мелясних спредів і сивушних масел. Вихід спиртової води залежить від умов очищення спирту.

Під час процесу рафінації спирту від основної фракції відокремлюються леткі домішки. Головна фракція (ГФ) - це суміш етилового спирту та основних домішок. Головна фракція етилового спирту - це безбарвна, злегка жовтувата або зеленувата прозора рідина. Концентрація спирту (за спиртометром) становить 92% об'ємних одиниць: 1 г/дм³ кислоти, 30 г/дм³ ефіру, 2 г/дм³ сивушного масла, 10 г/дм³ крохмалю, 35 г/дм³ альдегіду з меляси, 0,5% об'ємної меляси, 1,5% об'ємного зерна, 2,5% об'ємної картоплі та метанолу з 6 об'ємних відсотків змішаної сировини.

Мазут може містити близько 90% етилового спирту, 2... .6% домішок і близько 5% води. Склад і вміст домішок та вихід ГФ значною мірою

залежать від виду і якості сировини, а також умов зброджування та очищення спирту.

Вміст складних ефірів та альдегідів у бражці швидко зростає (до 7%) зі збільшенням аерації суслу під час дріжджового бродіння. Основна фракція, отримана з картопляної сировини (особливо при переробці буряка), містить до 4% метанолу. Вихід головної фракції зазвичай становить 1,5-3% при переробці зернових і картоплі та 3-5% при переробці меляси.

Головну фракцію зараз переганяють на спеціальних дистиляційних установках, з якої відокремлюють етиловий спирт. Концентрат являє собою жовто-зелену рідину з різким запахом і зазвичай лише частково змішується з водою. Безводна частина концентрату містить 15-20% за масою складних ефірів, 15-45% за масою альдегідів, 20-45% за масою етилового спирту і 0,1-0,5% за масою кислот. Концентрат головної фракції (КГФ) використовується як вуглецевмісна сировина у виробництві кормових дріжджів, а також є джерелом розчинників і чистих органічних продуктів (оцтового альдегіду і етилацетатного ефіру).

Проміжні домішки при переробці спирту в основному виділяються у вигляді сивушного масла і сивушного спирту; згідно з ДСТУ 17071-71, товарне сивушне масло повинно відповідати наступним вимогам: густина (відносна густина по відношенню до води при 20 0°С) нижче 0,837; показник заломлення нижче 1,3950; дистиляція повинна бути перегнана до межі -120 0С і не менше 50% від початкового об'єму. Прозора рідина від блідо-жовтого до червонувато-коричневого кольору. Не повинна каламутніти при збровтуванні.

Товарні сивушні масла містять 7-15% за масою етилового спирту і 8-15% за масою води, решта - переважно спирти С3, С4 і С5 і проміжні домішки (високомолекулярні ефіри, альдегіди, ацетали, кислоти, сполуки азоту і сірки) з низькою розчинністю у воді.

Відсотковий вміст спирту в сивушному маслі становить 40-75% ізоамілового спирту, 18-22% ізобутилового спирту і 10-15% пропілового

спирту. Склад і вихід сивушного масла не є постійними і залежать від виду і якості сировини, типу використовуваних дріжджів і технічних умов бродіння та очищення спирту. Вихід сивушного масла зазвичай становить 0,25-0,4% від маси спирту.

Сивушне масло є цінним продуктом. Сивушні масла зазвичай переганяють і використовують для органічного синтезу у фармацевтиці, парфумерії, як розчинники, екстрагенти та флотатори.

Спирт - це безбарвна рідина з концентрацією етанолу 75... .85% об'ємних одиниць (за даними спиртометра), із запахом грушевої есенції, зумовленим наявністю ізоамілового ефіру оцтової кислоти. Вода 25... .30% об., спирт етиловий 45... .60% об., спирти (С3. .С5) 5... .20 об'ємних відсотків (переважно пропанол та ізобутанол), складні ефіри 0,3... .0,8% об'ємних, з невеликими кількостями летких азотистих речовин, альдегідів і кислот. За необхідності - сивушний спирт 0,5... .1,5 % від загального об'єму спирту відбирають і використовують для технічних цілей, наприклад, для приготування денатурованих спиртів або для розділення очищеного спирту і компонентів сивушних масел шляхом дистиляції [34].

3.2. Сировинний потенціал виробництва енергетичних культур в Україні

Уряд України зареєстрував законопроект № 7348, який передбачає обов'язкове додавання біоетанолу та біодизелю до всіх видів палива, що продаються в країні. Законопроект передбачає, що з 1 січня 2019 року загальний вміст біокомпонентів у бензині має становити 5% за масою, а з 1 липня 2020 року - не менше 7% за масою.

Відмова від додавання біокомпонентів до моторних палив буде каратися штрафами. Якщо документ буде схвалено, в Україні буде створено гарантований ринок для 350 000 тонн етанолу на рік.

В Україні м'яса та кукурудза є найбільш ефективною сировиною для виробництва біоетанолу.

Крохмалевмісна сировина (зернові, картопля) або цукровмісна сировина (м'яса, рідше цукровий буряк) є вихідними продуктами для виробництва біоетанолу та спирту [35].

Таблиця 3.2

Види сировини для виробництва біоетанолу в Україні

Сировина	Характеристика сировини %	Витрати сировини т/тEt	Вартість сировини (без ПДВ) євро/т	Вартість Et (без ПДВ) євро/кг
Суша кукурудза	Крохмаль – 65	3	120	0,45
Сира кукурудза	Крохмаль – 65	3	100	0,4
Бій зерна	Крохмаль – 60	3	80	0,35
Пшениця	Крохмаль – 50	3,4	150	0,6
М'яса	Цукор – 46	3,8	59,3	0,32

Джерело: [36].

Як показано в таблиці 3.2, найбільш ефективною сировиною для виробництва біоетанолу є м'яса, зернові висівки та кукурудза-сирець.

Основною складовою собівартості виробництва етанолу з кукурудзи є сировина, яка становить 59%. Якщо виключити амортизацію, то це співвідношення зростає до 85-95%, причому амортизація виявляється другим за величиною елементом витрат в етаноловій промисловості через високі інвестиційні потреби. Коливання співвідношення ціни на кукурудзу/етанол є дуже невизначеним і суттєво впливає на прибутковість виробництва етанолу.

Виробництво етанолу не тільки створює додатковий попит на кукурудзу (наприклад, 40% кукурудзи, виробленої в США, використовується для виробництва етанолу), але й призводить до виробництва продукції з високою доданою вартістю. Завдяки сухому помолу в США ціна етанолу на 55% вища за ціну кукурудзи. Основним компонентом цього надлишку є побічний продукт, який можна використовувати у тваринництві як цінний і відносно дешевий корм. Зайнятість є ще одним економічним внеском виробництва етанолу. У США кожен мільйон літрів виробленого етанолу

створює шість робочих місць і збільшує ВВП та державні податки на 754 000 доларів США та 164 000 доларів США відповідно.

Майже 60% етанолу виробляється з кукурудзи, 25% - з цукрової тростини, 7% - з меляси, 4% - з пшениці, а решта - з інших зернових, маніоки та цукрових буряків. Сировина, що використовується, залежить від кліматичних умов країни або регіону; Manokio та ін. (2017) виявили, що виробництво етанолу з цукрової тростини на 50-60% дешевше, ніж виробництво з кукурудзи. Вони також виявили, що хоча цукрова тростина є найкращим економічним варіантом, значна державна підтримка може зробити кукурудзу та цукровий буряк більш конкурентоспроможними.

Україна має великий потенціал для розвитку біоенергетичних проєктів [37].

Приблизно 4 мільйони гектарів незадіяних земель в Україні можуть бути використані для вирощування енергетичних культур.

Всі необхідні ресурси для розвитку регіону є в наявності. Якщо близько 37% сільськогосподарських відходів використовувати для виробництва енергії, можна замінити еквівалент до 9 млрд м³ газу на рік. Це еквівалентно приблизно третині потреб України в газі" (Таблиця 3.3).

Таблиця 3.3

Хімічні показники різних продуктів, які можуть бути використані для виробництва біопалива

Показник	Свіжий гній	Напівперепрілий гній	Рідкий гній	Барда
Волога	75	77	88	84,9
Суха речовина	25	23	11,4	15,4
Органічна речовина	22	20	10,9	14,6
N загальний	0,48	0,55	0,72	0,85
Фосфор (P ₂ O ₅)	0,22	0,25	0,32	0,72
Калій (K ₂ O)	0,5	0,7	0,51	1,7
C/N	22,9	18,2	7,5	8,6
Кальцій (CaO)	0,37	-	3,0	0,75
Магній (MgO)	0,1	-	0,71	0,36
Мідь (Cu)	0,2	-	0,006	0,0024
Цинк (Zn)	-	-	0,04	0,035
Марганець (Mn)	0,27	-	0,48	0,12

Залізо (Fe)	-	-	0,76	0,26
pH	-	6,5-8,2	-	4,4-5,1

Джерело: [38].

Біоенергетичні проекти, такі як котельні на біомасі, ТЕЦ на біомасі та біогазові установки, дозволяють виробляти енергію з місцевих видів палива та зменшують залежність від традиційних викопних джерел енергії.

Україна інтенсифікує розвиток біоенергетики, включаючи використання біоенергетичних культур [39].

Перш за все, Україні необхідно збільшити потенціал для вирощування біоенергетичних культур. Землі для цього більш ніж достатньо, але потенціал не використовується. До цієї теми мають бути залучені всі зацікавлені сторони, включаючи агробізнес, місцеві громади, місцеві органи влади та професійні організації.

Фермери можуть забезпечити 80-90% сировини для біоенергетики [40].

Заводи з виробництва біоетанолу на цукрових заводах мають конкурентну перевагу над традиційними спиртовими заводами.

В Україні, яка виробляє 2 мільйони тонн цукру на рік, виробництво меляси становить 500 000 тонн, з яких 100 000 тонн використовується для виробництва дріжджів, а решта - для виробництва спирту та етанолу. Решта меляси може бути використана для виробництва 100 000 тонн біоетанолу.

Традиційно додатковими джерелами цукровмісної сировини для біоетанольних заводів в ЄС були дифузійний сік та стік третього продукту. Таким чином, кількість сировини подвоїлася, склавши 1 млн тонн меляси на рік.

В Україні лише приватні біоетанольні заводи, що переробляють зернові відходи, можуть скласти реальну конкуренцію приватним заводам з виробництва біоетанолу з меляси.

Завод з виробництва біоетанолу з меляси потужністю 6 000 дал/добу споживає 5 т/год пари та 300 кВт/год електроенергії. Для порівняння, при одночасній переробці мелясної барди виробляється 20 т/год. пари або 4 МВт-год. електроенергії та біогаз, здатний генерувати 2,5 т/год. пари.

За "зеленого" тарифу 2,3% та місцевої закупівельної ставки 1,1% виробництво біогазу з мелясної барди та подальше виробництво електроенергії дасть змогу окупитися менш ніж за два роки та отримати річний прибуток у розмірі щонайменше 4 млн. євро. Прибутковість і термін окупності подальшої переробки меляси є не меншими, ніж при виробництві біоетанолу [41].

Україна багата на земельні ресурси і значна частина непродуктивних або деградованих ґрунтів може бути рекультивована та використана для вирощування таких культур. Тому вирощування біомаси продуктивних біоенергетичних культур та використання біопалива допомогло б поповнити регіональний енергетичний баланс та суттєво зменшити енергетичну залежність від імпортованих викопних видів палива. Вирішити цю проблему можна шляхом створення енергетичних плантацій високопродуктивних культур з високим виходом біомаси. Серед широкого спектру культур, які можуть бути використані як сировина для виробництва біопалива, значну увагу привертають спеціальні високопродуктивні енергетичні культури. До таких культур належать енергетична верба, тополя, міскантус, просо мата та цукрове сорго, які є найбільш придатною сировиною для виробництва різних видів біопалива. Багаторічні зернові культури заслуговують на особливу увагу, оскільки вони здатні накопичувати велику кількість біомаси шляхом фотосинтезу протягом тривалого періоду часу, з ранньої весни до пізньої осені. У зв'язку зі зростанням попиту на рослинну сировину існує нагальна потреба у збільшенні посівних площ під біоенергетичними культурами для виробництва біопалива, а також у розробці ефективних технологій їх вирощування та переробки біомаси на біопаливо.

У науково-технічному центрі "БІОЕНЕРГІЯ" в Борсові Тернопільської області. У Борсові Тернопільської області протягом десяти років проводяться комплексні дослідження з вирощування спеціальних високопродуктивних біоенергетичних культур для виробництва енергії та найбільш ефективних способів переробки органічної сировини для виробництва різних видів

енергії. Найпоширенішими з них є багаторічні високопродуктивні культури міскантус, енергетична верба, павловнія та просо прутоподібне, які вирощуються на енергетичних фермах протягом 15-20 років. Енергетичні плантації верби створюються переважно на сільськогосподарських землях, пустирях та непродуктивних сіножатях.

Верба - деревна рослина з інтенсивним циклом розвитку і потребує великої кількості поживних речовин: для виробництва 10 тонн вегетативної маси верба забирає з ґрунту 42 кг азоту, 25 кг калію, 15 кг фосфору, 45 кг кальцію та багато інших елементів.

На енергетичних плантаціях збір врожаю відбувається в кінці вегетаційного періоду, зазвичай з листопада по березень. Цикл збирання врожаю - кожні 2-4 роки. Існують різні способи цієї операції, але основними з них є одночасне збирання деревної маси та подрібнення її на тріску, або формування тюків чи снопів зі зрізаних пагонів [42, 43].

Заготівлю біомаси бажано проводити, коли ґрунт на плантації замерз. У цьому випадку кореневі системи кущів міцно утримуються в ґрунті і рослини не висмикуються під час роботи машини.

Міскантус гігантський - одна з основних біоенергетичних багаторічних культур, що вирощується не тільки в Україні, а й у всьому світі. Для створення продуктивних плантацій (до 25 років вирощування на одному полі з урожайністю сухої біомаси понад 20 т/га) всі технічні операції, починаючи від вибору місця під плантацію і закінчуючи збиранням біомаси, мають бути виконані своєчасно та якісно [44].

Річна кількість опадів та ґрунтові води мають значний вплив на врожайність біомаси *Miscanthus sinensis*. Протягом вегетаційного періоду костриця потребує приблизно 700 мм опадів. Потреба у воді значно перевищує середньорічну кількість опадів, що випадають в Україні. Така висока потреба у воді, незважаючи на низьке водоспоживання на кг сухої ваги (близько 250 літрів), пояснюється високим виходом біомаси з одиниці площі. Коріння може проникати на глибину до 2 м і всмоктувати воду [45]. У

водорегульованих, багатих на гумус ґрунтах врожайність міскантусу гігантського збільшується на 20-30% [45,46].

3.3. Економічні аспекти розвитку галузі з виробництва етанолу

З самого початку військової агресії Росії проти суверенної держави Україна Росія втрутилася в роботу портів на Чорному морі, з яких експортувалося понад 80% зернової продукції. У той же час, понад 20 мільйонів тонн експортованого зерна було затримано на українських елеваторах. Ані розблоковані дунайські порти, ані сухопутні та залізничні переходи на заході країни не могли вивезти таку кількість зерна. Необхідно було знайти рішення цієї проблеми, яке б виходило за рамки логістики. Таким підходом могла б стати глибока переробка зерна та експорт продуктів її переробки. Фактично, проблема полягає в тому, щоб відійти від сировинної моделі зернового сектору і перейти до сировинно-індустріальної моделі.

Переробка сільськогосподарської сировини в енергію: біоетанол. Які інвестиції потрібні і які перспективи?

Чи є перспективи переробки кукурудзи на біоетанол в Україні [47]? Як можна переробляти зерно, яке не можна експортувати? Біоенергетичний сектор пропонує всі можливості для цього, але з кількома застереженнями. По-перше, цього року це не так, а по-друге, незважаючи на всі переваги, є багато причин, чому галузь переробки кукурудзи в Україні не розвинулася. Однак викликана війною відмова Росії від нафти і газу, ймовірно, підштовхне переробку зерна в Україні до розвитку галузі біоетанолу.

Кукурудза є придатною сировиною для виробництва біоетанолу

Яка ціна на біоетанол в Європі? Українські виробники продають біоетанол до Європи за вигідними цінами, враховуючи дорожню логістику. Наразі на повну потужність працюють п'ять заводів, які використовують різну сировину". "Наразі ціна біоетанолу в Роттердамі становить 1 264 євро, тоді як ціна кукурудзи з ПДВ - 147 євро, а ціна газу - 26 000 гривень.

Виробнича собівартість біоетанолу без податків становить 435 євро. Собівартість виробництва біоетанолу без податків становить 435 євро. Як зараз формуються ціни у світі, особливо в Європі? Біржова ціна плюс премія за скорочення викидів у розмірі 150-200 євро, мінус вартість доставки у розмірі 100 євро.

Експерти пояснюють, що собівартість біоетанолу на 75% складається з сировини і на 20% з енергії. Ціна на сировину може бути знижена за рахунок того, що кукурудзу не потрібно сушити для переробки.

"В Україні з 40 мільйонів тонн кукурудзи є надлишок 17 мільйонів тонн. Наразі Україна переробляє на спирт 5 мільйонів тонн кукурудзи, що дуже мало. Це пов'язано з тим, що для переробки на біоетанол не потрібне високоякісне зерно".

Україна має річну квоту на постачання біоетанолу до ЄС у розмірі 100 000 тонн. Виробники використовують лише чверть цієї кількості.

Скільки біоетанолу імпортує Україна?

Таблиця 3.4

Динаміка експорту біоетанолу до країн Є в 2019-2022 рр.(тонн)

Використання квоти на експорт до ЄС спирту етилового (CN2207 та CN2208) в 2019-2022 рр. (т) (за даними митної системи TARIC)					
Рік	Квота	Експорт	Середн. в міс	Приріст %	Залишок квоти
2021	100000	27518	2293	11%	72482
2020	85400	24786	2066	307%	60614
2019	70800	6083	507	4%	64717

Джерело: розроблено авторкою [48].

У 2020 році ми навчилися відкривати двері в Європу і почали стрімко нарощувати експорт.

Паливо з кукурудзи

За даними експертів, в Україні працюють біоетанольні заводи, побудовані ще у 2000-х роках. Однак, з сучасної точки зору, деякі проекти

виявилися невдалими через високу вартість енергоносіїв. Більшість заводів переробляють мелясу, а не зерно.

Зернові заводи можна перерахувати на пальцях однієї руки. Щоб переробляти зерно, потрібна значна реконструкція. Це пов'язано з тим, що процес вимагає на три-чотири робочих місця більше і збільшує час ферментації з 20 годин до в середньому 60 годин.

На думку експертів, будівництво заводу з виробництва біоетанолу з нуля є більш перспективним, оскільки витрати палива можна спроектувати відповідним чином. На сучасних заводах також вигідно переробляти бражку, що утворюється в процесі виробництва біоетанолу, на біометан для виробництва органічних добрив. Виробництво біометану може забезпечувати електроенергію.

Економіка кластеру з виробництва етанолу з кукурудзи, а також біометану та органічних добрив. Вартість будівництва - 32 мільйони євро. Завод перероблятиме до 170 000 тонн кукурудзи на рік для виробництва

- 200 кубометрів біоетанолу
- 42 000 кубометрів біометану
- 800 кубометрів органічних добрив,
- Він також виробляє електроенергію та пару для власних потреб.

Найновіша установка виробляє біометан та електроенергію на додаток до біоетанолу.

Період окупності при поточній ціні кукурудзи в 5 000 гривень, включаючи податок на додану вартість, становить менше одного року. Це привабливо. Тим більше, що вона не включає вартість газу, який зараз коштує 1600 євро (газ біометан продається за ціною природного газу - прим. ред.) і включає 28 000-30 000 гривень.

Виробництво біоетанолу - перспективний сектор в Україні

Українські компанії зацікавлені у впровадженні переробки кукурудзи на біоетанол. Наприклад, Vitagro розглядає таку можливість, а МХП також працює над проектом з виробництва біоетанолу.

Що стосується Vitagro, яка має великий земельний банк у Хмельницькій області, то Хмельниччина - єдиний регіон зі значним потенціалом, який виробляє 2,5 мільйона тонн кукурудзи на рік". Однак експерт додає, що закон про біоетанол потребує внесення змін, щоб зобов'язати додавати біоетанол до пального. До речі, прийняття цієї законодавчої бази зняло б для нас низку бар'єрів з точки зору додаткових гарантій споживання на ринку.

Сергій Кравчук, генеральний директор "Галлус Агро", пояснив, що наразі Україна може виробляти 150 000 тонн біоетанолу на рік, але планований попит становить 300 000 тонн, тому є сенс подвоїти виробництво. Компанія є одним з найбільших виробників біоетанолу в Україні.

"Якщо ЄС надасть нам квоти на біоетанол на середньостроковий період, скажімо, на п'ять років, ми зможемо зменшити кількість зерна, яке ми експортуємо, на чверть. Це означає, що на кожні чотири тонни кукурудзи можна буде експортувати одну тонну біоетанолу. Ті, хто виробляє етанол, хто може почати використовувати деякі спиртові заводи і додати до них станції перегонки спирту, повинні це зробити".

Враховуючи собівартість виробництва в Європі, виробництво біоетанолу в Україні має перспективи. Звичайно, фермери захочуть поставити свою кукурудзу на біоетанольні заводи вже цього року, щоб вирішити проблеми зі зберіганням. Можливо, в майбутньому переробка зерна на біоетанол стане важливим засобом заробітку для українських аграрних підприємств.

Elevatorist.com.

Приклад інвестиційного проекту з глибокої переробки зерна для українського агросектору. Проект передбачає будівництво комплексу з глибокої переробки кукурудзи з річною потужністю виробництва зерна 300 000 тонн.

Варто розуміти, що цей вид діяльності є не лише прибутковим і перспективним для власників млинів (інвесторів), а й важливим засобом генерування економічних вигод для відповідних регіонів та країни в цілому. Ще однією перевагою глибокої переробки є наявність низькоякісного зерна (фуражного зерна): у 2020 році Україна експортувала пшениці на суму 1 мільярд доларів США. Переробка цієї кількості фуражної пшениці на моногідрат глюкози, фруктозу та лимонну кислоту могла б принести валютні надходження у розмірі понад 3 млрд доларів США.

Таблиця 3.5

Етанол паливний (біоетанол)

Продукція	Реалізація продукції	Річна виручка від реалізації	Обсяг інвестицій	Термін реалізації проєкту	Ємність ринку
Етанол паливний – 100 тис. т	ЄС Україна	90 млн. євро на рік	85 млн. євро на рік (під ключ без вартості земельної ділянки)	Від 18 до 24 місяців	90 млн. т / рік Прогнозується середньорічне зростання ринку паливного етанолу на 5 % до 2025 року.
Суша барда після спиртова DDGS – 102,9 тис. т (90 % сухої речовини)					

Джерело: розроблено автором

Україні потрібно будувати комплексні заводи (кластери), де одне підприємство переробляє сировину і виробляє три-п'ять продуктів з високою доданою вартістю, які користуються попитом на внутрішньому та міжнародному ринках. Перевагою таких заводів є безвідходна модель виробництва. Такий формат і концепція вже давно використовується в розвинених країнах. Звичайно, фермери, які серйозно ставляться до виробництва та експорту зерна, можуть не отримати стільки прибутку, скільки могли б отримати від продажу зерна в перший рік роботи.

Однак такі питання потрібно розглядати стратегічно. В Україні технології підвищують врожайність. Це означає ще більший тиск на логістику. Починаючи з довоєнного періоду, логістична інфраструктура для

експорту зерна щороку ставала дефіцитною. Всі бачили в цьому проблему. Нам потрібно рухатися в новому напрямку, і ситуація з блокадою портів це підтверджує. Зерно потрібно переробляти на продукти з високою доданою вартістю, які в два-три рази більші за обсягом, їх легше транспортувати та зберігати. Прикладом мультипродуктового заводу є PANNONIA BIO (Угорщина), який має річну потужність переробки 1,1 млн тонн. Звичайно, існують чутливі питання, такі як ризик військових дій та відсутність сприятливих умов і стимулів для бізнесу (головним чином, доступу до довгострокового, дешевого фінансування та програм державної підтримки) [49].

Розглянемо, яку цінність можна додати до тонни кукурудзи, переробляючи її на біоетанол та лимонну кислоту. Слід мати на увазі, що при переробці кукурудзи на біоетанол отримують три різні продукти, схожі за кількістю та природою: паливний етанол, барда, а також вуглекислий газ. Останній продукт не менш привабливий, ніж перший, оскільки використовується в харчовій промисловості, холодильній техніці та вогнегасниках. Для уловлювання вуглекислого газу, як пояснюють експерти, у ферментаторі встановлюється спеціальний газовий уловлювач, який потім перетворюється на скраплений газ для продажу [49].

Нижче наведено приклад розрахунку доходу від глибокої переробки кукурудзи в цінах 2021 року: вартість однієї тонни кукурудзи в цінах 2021 року становить 230 євро.

*Рівень доданої вартості переробки кукурудзи
(в цінах EXW – склад продавця на кінець 2021 р.)*

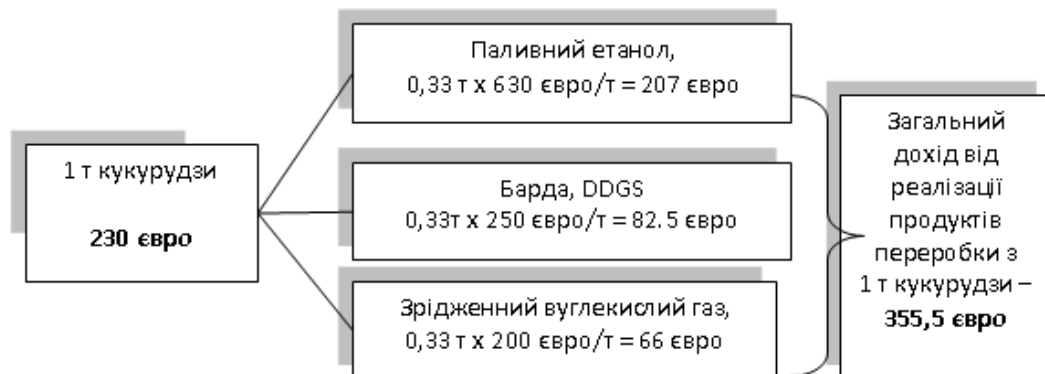


Рис. 3.4. Розрахунок собівартості продукції переробки

Джерело: розроблено автором на основі [49]

Враховуючи результати дослідження, можна зробити наступний висновок: Україна має обрати економіку індустріального розвитку. Однак на першому етапі слід запровадити перехідну, так звану індустріально-сировинну модель, суть якої полягає в гармонізації експорту зерна та поступовому нарощуванні виробництва продукції з високою доданою вартістю за рахунок глибокої переробки зерна. Таким чином, структура логістично-транспортної системи в Україні є похідною від державної соціально-економічної політики, а ефективність підприємств зернового ринку в управлінні логістично-транспортною системою має визначатися після того, як буде сформована структура повоєнної сировинно-індустріальної моделі України. Аналіз ситуації на ринку зерна в Україні показує, що нинішня сировинна економіка зайшла в глухий кут і потребує докорінної зміни в бік індустріальної переробної економіки. Сировинна орієнтація передбачає нівелювання експорту зерна. До війни основна частина експорту зерна здійснювалася через морські порти, частина - через порти на Дунаї та західні сухопутні шляхи з Польщею, Угорщиною, Словаччиною, Румунією та Молдовою. Ця ситуація вимагає перегляду сировинної моделі розвитку зернового сектора аграрної галузі.

Спектр сучасних технологій глибокої переробки зерна варіюється від низькотехнологічних до високотехнологічних (Таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

Класифікація технологічних циклів переробки зерна

Вид економіки	Технологічний цикл переробки	Галузі	Кінцева продукція
Сировинна	Доведення до експортних вимог		Експорт сировини
Промислова	Перший	Харчова	Борошно, висівки, крупи
	Другий	Харчова, паперова, фармацевтична, інші	Крохмаль, глютен, сиропи
	Третій	Біоенергетика	Біоетанол, біогаз, біометан

Джерело: розробка авторки

Висновки до розділу 3.

Огляд літературних джерел показує, що вихідною сировиною для виробництва біоетанолу та спирту є крохмалевмісна сировина (зернові, картопля) або цукровмісна сировина (меляса, рідше цукровий буряк). Загалом, процес виробництва біоетанолу складається з двох основних етапів: виробництво спирту-сирцю та дегідратація етанолу.

При виробництві біоетанолу під час екстракції та очищення спирту утворюються побічні продукти, такі як барда, лютеранська вода, головна фракція, сивушна олія та сивушний спирт. Нелеткий вміст бражки видаляється бардою і лютерною водою, а леткі домішки, пов'язані зі спиртом, видаляються головною фракцією, сивушною олією і сивушним спиртом. Біоетанол можна отримати з солоду шляхом однократної перегонки або перегонки в ректифікаційній солодовій колоні. Перший спосіб здійснюється на заводах періодичної дії, а другий - на заводах безперервної дії.

Україна багата на земельні ресурси, і значна частина непродуктивних і деградованих ґрунтів може бути рекультивована і використана для вирощування таких культур. Тому вирощування біомаси з високопродуктивними біоенергетичними культурами та використання

біопалива допоможе збалансувати енергетичний баланс регіону та суттєво зменшити енергетичну залежність від імпортованих викопних видів палива. Виробництво біоетанолу в Україні є перспективним, враховуючи собівартість виробництва в Європі. В Україні необхідно будувати комбіновані заводи (кластери), які переробляють сировину на одному підприємстві і виробляють три-п'ять продуктів з високою доданою вартістю, що користуються попитом на внутрішньому та міжнародному ринках. Перевагою таких заводів є безвідходна модель виробництва. Такий формат і концепція вже давно використовується в розвинених країнах. Звичайно, фермери, які серйозно ставляться до виробництва та експорту зерна, можуть не отримати стільки вигоди від продажу зерна в перший рік роботи.

ВИСНОВКИ

1. Досліджено теоретичні засади формування методичного інструментарію маркетингових досліджень. На сучасному етапі суспільного розвитку важливу роль для окремих національних економік та світового господарства в цілому відіграє світове господарство, яке інтегрує національні економіки, що пов'язані та взаємодіють за законами міжнародного поділу праці (МПП).

Ринок - це засіб або механізм купівлі-продажу товарів і послуг за участю продавців і покупців, а також система співвідношень між попитом і пропозицією різних власників.

Світові ринки базуються на міжнародній виробничій спеціалізації країн. Це сфера, в якій продукція однієї країни заміщується продукцією іншої з метою забезпечення розширеного відтворення. Обмін товарами на світовому ринку - це процес, який забезпечує продовження розширеного відтворення. Тому зв'язки між товаровиробниками різних країн, які відбуваються через обмін товарами, розширюються зі збільшенням масштабів виробництва.

2. визначено деталі технології виробництва біоетанолу з різних видів сировини; сучасна концепція виробництва біоетанолу в умовах УТС вимагає використання обладнання, яке відповідає сучасним світовим вимогам до якості, надійності та ефективності. Обладнання може бути розподілене по різних стадіях технологічного процесу для досягнення запланованої продуктивності та виходу біоетанолу. Виробництво біоетанолу з бражки може здійснюватися шляхом однократної перегонки і перегонки в ректифікаційних брагоректифікаційних колонах. У першому випадку процес здійснюється в установках періодичної дії, у другому - безперервний.

Сировиною для виробництва біоетанолу є зернові продукти, цукрова тростина, цукровий буряк та меляса.

3. У дослідженні розглядається ринок етанолу як провідної складової відновлюваної енергетики в Україні. Україна має дуже багатообіцяючі перспективи у виробництві та споживанні біопалива. Особливо в сьогоdnішніх складних економічних умовах біопаливо має вирішальне значення для забезпечення сталого розвитку вітчизняного аграрного сектору. Вітчизняна біопаливна промисловість виробляє біогаз, біоетанол та "зелену" електроенергію. Кожен з цих видів біопалива є більш-менш розвиненим. Однак величезний потенціал альтернативної енергетики в Україні використовується недостатньо: порівняно з країнами ЄС, Україна знаходиться лише на шляху до повного використання власних ресурсів. Робота біоетанольних заводів неможлива без переробки мелясної барди на біогаз для виробництва зеленої електроенергії або її випаровування.

4. аналіз сировинного потенціалу енергетичних культур в Україні. В Україні насамперед необхідно збільшити потенціал для вирощування біоенергетичних культур. Землі для цього більш ніж достатньо, але потенціал недостатньо розвинений. До цієї теми мають бути залучені всі зацікавлені сторони, включаючи агробізнес, місцеві громади, місцеву владу та професійні асоціації. Фермери можуть забезпечити 80-90% сировини для біоенергетики.

5. Дослідження економічних аспектів розвитку етанолової галузі показали, що цей вид діяльності є не тільки прибутковим і перспективним для власників заводів (інвесторів), але й важливим засобом отримання економічних вигод для відповідних регіонів і країни в цілому. Ще однією перевагою глибокої переробки є наявність низькоякісного зерна (фуражного зерна): у 2020 році Україна експортувала пшениці на суму 1 мільярд доларів США. Переробка такої кількості фуражної пшениці на моногідрат глюкози, фруктозу та лимонну кислоту принесла б валютні надходження на суму понад 3 млрд доларів США.

При цьому Україна має обрати економіку індустріального розвитку. На першому етапі слід запровадити перехідну, так звану індустріально-

сировинну модель, суть якої полягає в гармонізації експорту зерна та поступовому нарощуванні виробництва продукції з високою доданою вартістю за рахунок глибокої переробки зерна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дослідження ринку : конспект лекцій / укладачі: Г. А. Мішеніна, Ю. Т. Матвєєва. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 185 с.
2. Мокін Б.І. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник/ Б.І. Мокін, О.Б. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 180 с.
3. Антонюк В., Полонський Л., Аверченков В., Малахов Ю. вважають, що поділ необхідно здійснювати за зв'язком із суспільним виробництвом [3]:
4. Методологія наукових досліджень: навч. посіб. / В.С. Антонюк, Л.Г. Полонський, В.І. Аверченков. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 276 с.
5. Основи наукових досліджень. Організація наукових досліджень: конспект лекцій для студентів-магістрантів приладобудівного факультету/ Уклад. Н.І. Бурау. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 33 с.
6. Юринець В.Є. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник/ В.Є. Юринець. - Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 178 с.
7. <http://www.ukrsugar.com/uk/post/osnovni-rusijni-sili-rinku-etanolu-v-esta-ssa-z-osob>
8. Alexeev M. The Elusive Curse of Oil. SAN Working Paper. 2015. № 7.
9. Bentley R. W. Global oil & gas depletion: an overview. Energy Policy. 2012. № 30. P. 189-205.
10. Brunnschweiler C.N. Cursing the Blessings? Natural Resource Abundance, Institutions, and Economic Growth. ETH Economics Working Paper. 2016. № 51.
- 11 <https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%>
- 12 [Data tables – Data & Statistics](#). IEA (брит.). Процитовано 7 липня 2021.
13. <https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%>
- 14/ http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/20_1_2018ua/41.pdf

15. Demonstration of energy efficiency measures in four Kyiv school buildings. Richland: Agency of rational energy use and ecology Honeywell, 1998. 22 p.
16. Directive 2010/31/eu of the european parliament and of the council on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Union. 2010. P. 13-35
17. Кайль А. Визначаючи майбутнє: сценарії енергетичної політики до 2050 року. Лондон: Світова енергетична рада, 2007. 102 с.
18. CO2 Emissions from Fuel Combustion. Highlights. 2011 Edition. Paris: OECD/IEA, 2013. 134 p.
19. Energy Statistics of Non-OECD Countries. 2017 Edition. Paris: IEA Publication, 2018. 770 p.
20. Energy Balances of Non-OECD Countries. 2017 Edition. Paris: IEA Publication, 2018.
21. Avdiushin S. Cities in a “No-regrets” climate strategy: lessons from transition economies. Washington: PNNL. 2007. 26 p.
22. Кузнєцова Г. Перспективи використання відновлюваних джерел енергії в системі раціонального природокористування в регіоні / Г. Кузнєцова // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2018. – № 20. – Ч. 1. – С. 182–188.
23. «Основні рушійні сили ринку етанолу в ЄС та США з особливим наголосом на пандемії COVID-19») онлайн журналу «Energies», («Енергетика») 13(21), 2020 p.
24. <https://www.statista.com/>
25. Caille A. Deciding the future: Energy policy scenarios to 2050. London: World Energy Council, 2007. 102 p.
26. Україна на другому місці в рейтингу Енергетичного Співтовариства. kosatka.media. Архів оригіналу за 1 березня 2022.
27. <https://techinservice.com.ua/technology/teeu/>.
28. <https://studfile.net/preview/1863086/page:4/>
29. <https://agrotechnology.com.ua/ua/features/bioetanolnye-resheniya/>

30. <https://agrotechnology.com.ua/ua/features/bioetanolnye-resheniya/>
31. marketersmedia.com/
32. <http://ukrsugar.com/uk/post/ukraina-mae-znacnij-potencial-dla-rozvitku-bioenergeticnih-proektiv>
33. <https://superagronom.com/>
34. <http://ukrsugar.com/uk/post/agrarii-zdatni-zabezpeciti-80-90-sirovini-dla-bioenergetiki>
35. Вирощування біоенергетичних культур: /За редакцією к.с.-г. наук, с.н.с. М.Я. Гументик/ [М.Я. Гументик, Б.М. Радейко, Я.Д. Фучило, , В.М. Сінченко О.М. Ганженко, В.С. Бондар, А.С. Фурса, В.М. Квак, М.М. Харитоновв. В.М. Кателевський]. – К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018.-179 с
36. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило та ін.]. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. – 340 с.
37. Фучило Я.Д. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь. Науково-методичні рекомендації / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, О.Я. Фучило, В.М. Літвін. – К.: Логос, 2009. – 80 с.
38. Мискантус (MISCANTHUS) сем. Мятликовые [Електронний ресурс] / Энциклопедия декоративных садовых растений. – Режим доступу: <http://flower.onego.ru/zlak/miscanth.html>.
39. Зінченко В. О. Біогеліоенергія – наше енергетичне майбутнє / В. О. Зінченко, В. П. Кусайло // Пропозиція. – 2006. – №8. – С. 130–132
40. Квак В. М. Оптимізація елементів технології вирощування міскантусу для виробництва біопалива в західній частині Лісостепу України: дис. ... кандидата с.-г. наук : 06.01.09 / Квак Володимир Михайлович. – К., 2014. – 213 с.

41 Глибока переробка зерна в Україні: привабливість доданої вартості та виклики виробництва. URL: <https://elevatorist.com/blog/read/814-gliboka-pererobka-zerna-v-ukrayini-privablivist-dodanoyi-vartosti-ta-vikliki-virobnitstva>.

42. Наказ МОН України «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» № 40 від 12.01.2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0155-17>

43. Данильян О. Г. Д18 Методологія наукових досліджень : підручник / О. Г. Данильян, О. П. Дзьобань. – Харків : Право, 2019. – 368 с. ISBN 978-966-937-652-7