

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ**  
**«ІНДУСТРІЯ 4.0» ІМ. П.Н. ПЛАТОНОВА**

**ХІІ МІЖНАРОДНА**  
**НАУКОВО-ПРАКТИЧНА**  
**КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І**  
**АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND**  
**AUTOMATION – 2019**

**Збірник доповідей**

**Частина II**

Одеса,  
17-18 жовтня 2019

# **Секція 2**

## **Наукові напрямки:**

**Сучасні методи і алгоритми управління  
об'єктами хіміко-технологічного типу**

**Автоматичні і автоматизовані системи  
управління технологічними процесами харчової  
та зернопереробної промисловості**

**Автоматизоване управління бізнес-процесами:  
концепції, методи, алгоритми, системи**

**Штучний інтелект і автоматизація  
робототехнічних систем**

**Нове в розвитку інформаційно-керуючих  
технологій: технічна база, програмне  
забезпечення, мережі.**

**Список  
скорочень організацій, представники яких взяли участь у конференції**

Таблиця 1

<b>Скорочення</b>	<b>Повна назва організації</b>	<b>Місто</b>	<b>Країна</b>
BNTU	Belarusian National Technical University	Minsk	Belarus
CAFU	CRIAME of Armed Forces of Ukraine	Kyiv	Ukraine
DMTSAU	Dmutro Motornyi Tavria State Agrotechnological University	Melitopol	Україна
DNU	Vasyl' Stus Donetsk National University	Вінниця	Україна
EKSTU	East Kazakhstan State Technical University D. Serikbayev	Ust-Kamenogorsk	Kazakhstan
IAEI SB RAS	Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	Novosibirsk	Russia
IRTC IT&S NAS AND MES	International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine	Kyiv	Ukraine
KGES	Kharkiv general education school	Kharkov	Україна
LPNUU	Lviv Polytechnic National University	Lviv	Ukraine
NTU "KhPI"	National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"	Kharkov	Україна
NTU «KPI»	National Technical University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	Kyiv	Ukraine
NU «OMA»	Національний університет «Одеська морська академія»	Одеса	Україна
NULESU	National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	Kyiv	Ukraine
NUOS	NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDIN NAMED BY ADM. MAKAROV	Nikolaev	Ukraine
ONAFТ	Odessa National Academy of Food Technologies	Odessa	Ukraine
ONU	Odessa I.I.Mechnikov National University	Odessa	Ukraine
SSU	Sukhumi State University	Sukhumi	Georgia
VNTU	Vinnitsia National Technical University	Vinnitsia	Ukraine
БНТУ	Белорусский национальный технический университет	Минск	Белоруссия
ВНТУ	Вінницький національний технічний університет	Вінниця	Україна
ДВНЗ «КНУ»	Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет»	Кривий Ріг	Україна
ДонНТУ	Донецький національний технічний університет	Покровськ	Україна
ІК НАН України	Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Київ	Україна
НТУ «ХПІ»	Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"	Харків	Україна
НТУУ "КПІ"	Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського"	Київ	Україна
НУ «ЛП»	Національний університет «Львівська політехніка»	Львів	Україна
ОДАТРЯ	Одеська державна академія технічного регулювання та якості	Одеса	Україна

## Продовження таблиці 1

<b>Скорочення</b>	<b>Повна назва організації</b>	<b>Місто</b>	<b>Країна</b>
ОНАЗ	Одеська національна Академія зв'язку ім. О.С. Попова	Одеса	Україна
ОНАПТ	Одесская национальная академия пищевых технологий	Одесса	Украина
ОНАХТ	Одеська національна академія піщевих технологій	Одеса	Україна
ОНПУ	Одеський національний політехнічний університет	Одеса	Україна
ОНУ	Одеський національний університет імені І. І. Мечникова	Одеса	Україна
ОТК ОНАХТ	Одеський технічний коледж Одеської національної академії харчових технологій	Одеса	Україна
ПНПУ	Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського	Одеса	Україна
ХНУРЕ	Харківський національний університет радіоелектроніки	Харків	Україна
ХРТК	Харківський радіотехнічний технікум	Харків	Україна
ЦНДІ ОВТ ЗС України	Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України	Київ	Україна
ЮНПУ	Южноукраинский национальный педагогический университет им. К.Д.Ушинского	Одесса	Украина

## ЗМІСТ

<b>DOROHAN O.I., USHKARENKO O.O.</b> THE PRINCIPLES OF USING THE THEORY OF PATTERN NETWORKS FOR DESCRIBING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SOFTWARE STRUCTURE ( <i>NUOS, Ukraine</i> ).....	8
<b>ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., KRUSHELNYTSKYI V.V.</b> PI-CONTROLLER TUNING OPTIMIZATION ( <i>NULESU, Ukraine</i> ).....	11
<b>BUHERA M.G.</b> SOLUTION OF THE PROJECTING PROBLEM PARAMETERS OF PROTECTIVE EXPLOSIVE DEVICES ( <i>CAFU, Ukraine</i> ).....	13
<b>YANAKOV V.P.</b> INNOVATIONS IN THE DOUGH MIXING INDUSTRY ( <i>DMTSAU, Ukraine</i> ).....	15
<b>РОМАНЮК О.В., КАВКА О.О.</b> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ ЗАДАЧ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ).....	18
<b>БАБИЧ М.І., КАЦУБА Я.О.</b> РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ У ЗАКЛАДАХ ХАРЧУВАННЯ ( <i>ОНПУ, Україна</i> ).....	20
<b>РИХЛИК Д.Ю., КОВАЛЕВСЬКИЙ В.М.</b> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ СУПЕРФОСФАТНОГО ДОБРИВА ( <i>НТУУ "КПІ", Україна</i> ) ...	23
<b>КИРЬЯЗОВ И.Н., ШЕСТОПАЛОВ С.В., СТЕПАНОВ М.Т., ХОБИН В.А.</b> РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТИРОВАНИЯ АСОЗ ПТЛ НА МОРСКОМ ЗЕРНОВОМ ТЕРМИНАЛЕ КОМПАНИИ «НОВОТЕХ-ТЕРМИНАЛ» В Г. ОДЕССЕ ( <i>SE Group International, ОНАПТ, Украина</i> ).....	26
<b>КАРАСЬОВА І.О.</b> МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЛЯНКИ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ ( <i>ОНАЗ, Україна</i> ).....	28
<b>ORLOVSKYI D.L., KOPP A.M., KONDRATIEV V.Y.</b> USING DASHBOARDS FOR THE BUSINESS PROCESSES STATUS ANALYSIS ( <i>NTU "KhPI", Ukraine</i> ).....	31
<b>ІВАНОВА Л.В., КРАСНІЄНКО Н.В., СУЛІМА Ю.Є.</b> ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГІЇ ( <i>ОТК ОНАХТ, Україна</i> ).....	34
<b>МУРАТОВ В.Г.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНОДЕЛИЯ ( <i>ОНАХТ, Україна</i> ).....	37
<b>БАБИЧ М.І., БІЛОШИЦЬКИЙ В.В.</b> РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ ( <i>ОНПУ, Україна</i> ).....	40
<b>ФЕДЮК О.П., КРИЖАНОВСЬКИЙ Є.М.</b> ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБКИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ).....	43
<b>ГУРСЬКИЙ О.О., ГОНЧАРЕНКО О.Є.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ НА БАЗІ ЛАБОРАТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ТУНЕЛЬНОЮ КАМЕРОЮ ( <i>ОНАХТ, Україна</i> ).....	46
<b>СКАКОВСЬКИЙ Ю.М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З МЕТОЮ ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ( <i>ОНАХТ, Україна</i> ).....	48
<b>БУРДЕЙНА О.В.</b> ТЕХНОЛОГІЯ КОГНІТИВНОГО КОНСОНАНСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВОЮ ВЕРШИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ).....	51
<b>КОВАЛЬЧУК Д.А., МАЗУР О.В., ГУЦАН В.В.</b> АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ УТІЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ ( <i>ОНАХТ, Україна</i> ).....	53
<b>KOPP A.M., ORLOVSKYI D.L.</b> BUSINESS PROCESS MODEL OPTIMIZATION USING THE CONJUGATE GRADIENT METHOD ( <i>NTU "KhPI", Ukraine</i> ).....	57
<b>ЛЮБИВИЙ Б.О., РОМАНЮК О.В.</b> АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ У СУЧАСНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ).....	60
<b>КОРАБЛЕВ В.А., МАЗУРОК Т.І.</b> ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	63

ТЕХНОЛОГІЯ КОГНІТИВНОГО КОНСОНАНСУ  
ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВОЮ ВЕРШИНОЮ  
ЗА НАЯВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

*Принципи та методи керування імпульсними процесами у складних системах доповнено технологією когнітивного консонансу, що уможливує керування системами, які мають вершини з автокореляцією, та дає можливість не вводити додаткових керуючих вершин, що ускладнює моделювання.*

Для синтезу моделі керування складними системами існує математичний апарат, запропонований академіком М. З. Згуровським, професором В. Д. Романенком та іншими вченими, які працюють для розвитку даного наукового напрямку. Зокрема, їхні напрацювання викладені у статтях [1, 2]. Група авторів у статті [3] та у даних тезах, ґрунтуючись на вищевказаному математичному апараті, пропонує поглянути на технологію створення когнітивних карт під децю іншим кутом зору.

Згідно з [3] для створення когнітивної карти (далі - КК) складного процесу можна застосувати технологію когнітивного консонансу, яка полягає у тому, що кожній спостережуваній, але прямо некерованій, вершині ставиться у відповідність керована вершина. Також не всі вершини є рівнозначними, оскільки є одна – цільова – керування станом якої і є метою моделювання. Описана технологія доповнює та розширює методи керування імпульсними процесами у складних системах, викладеними колективом авторів у статтях [1, 2], що і буде описано математично нижче.

Згідно з [1] керуючі впливи, які є зовнішніми відносно складної системи, діють двома способами залежно від фізичної природи керованого процесу: або через вершини, які не мають зворотних зв'язків з іншими вершинами і не мають петель автокореляції, або через додаткові спеціально введені вершини. Між тим існують складні системи, у яких усі вершини мають прямі та зворотні зв'язки і частина з них мають петлі автокореляції, що стабілізують систему.

Те, що вершини у складі когнітивної карти можуть бути вимірюваними і не вимірюваними, враховується у четвертому принципі, викладеному у [1] – принципі декомпозиції. Застосуємо його до КК, збудованої за принципом когнітивного консонансу, при чому декомпозицію застосуємо для поділу вершин на спостережувані та керовані. У наступних кроках моделювання необхідно буде врахувати невимірювані впливи, які не представлені у КК, але однаково впливають на стан цільової вершини.

У загальному випадку правило зміни стану системи у векторному форматі можна записати формулою [1]:

$$\Delta \bar{V}(k+1) = W \Delta \bar{V}(k) + B \Delta \bar{Z}(k), \quad (1)$$

де  $\Delta \bar{V}(k+1)$  – вектор зміни стану вершин КК у кожен наступний дискретний момент часу,  $\Delta \bar{V}(k)$  – вектор зміни стану у  $k$ -ий момент часу,  $W$  - матриця суміжності, яка містить ваги зв'язків між вершинами,  $B$  - матриця суміжності для керуючих впливів,  $\Delta \bar{Z}(k)$  – вектор зміни стану керуючих сигналів.

Застосуємо до (1) принцип декомпозиції, враховуючи технологію когнітивного консонансу. У підсумку отримуємо:

$$\Delta \bar{V}_1(k+2) = W_{11} \Delta \bar{V}_1(k+1) + W_{12} \Delta \bar{V}_2(k+1), \quad (2)$$

$$\Delta \bar{V}_2(k+1) = W_{21} \Delta \bar{V}_1(k) + W_{22} \Delta \bar{V}_2(k) + B_2 \Delta \bar{Z}(k), \quad (3)$$

де  $\Delta \bar{V}_1(k+2)$  - вектор зміни стану  $p$  спостережуваних вершин у  $k+2$  момент часу,  $\Delta \bar{V}_1(k+1)$  - вектор зміни стану  $p$  спостережуваних вершин у  $k+1$  момент часу,  $\Delta \bar{V}_2(k+1)$  - вектор зміни стану  $n$  керованих вершин у  $k+1$  момент часу,  $\Delta \bar{V}_2(k)$  - вектор зміни стану  $n$  керованих вершин у  $k$ -ий момент часу,  $W_{11}$  - вагова матриця суміжності розмірністю  $p \times p$ ,  $W_{12}$  - вагова матриця суміжності розмірністю  $p \times n$ ,  $W_{21}$  - вагова матриця суміжності розмірністю  $n \times p$ ,  $W_{22}$  - вагова матриця суміжності розмірністю  $n \times n$ ,  $B_2 \Delta \bar{Z}(k)$  - вектор керування (з  $n$  рядків), який означає зовнішній вплив

на керуючі вершини.

Формули (2) та (3) показують, що керуючий імпульс стартує на керованих вершинах в умовний момент часу  $k$ , поширюється на інші керуючі вершини в умовний момент часу  $k+1$  і врешті в умовний момент часу  $k+2$  досягає спостережуваних вершин, серед яких – і цільова. Під умовним моментом часу мається на увазі те, що у загальному випадку імпульс від стартової керуючої вершини до цільової поширюється за деяку кількість тактів, яка залежить від кількості вершин у КК та зв'язків прямих/зворотних/автокореляції, які існують у системі.

Виділимо цільову вершину з множини спостережуваних у формулі (2):

$$\Delta\bar{J}(k+2) \cup \Delta\bar{Y}(k+2) = W_{11}(\Delta\bar{J}(k+1) \cup \Delta\bar{Y}(k+1)) + W_{12}\Delta\bar{V}_2(k+1), \quad (4)$$

де  $\Delta\bar{J}(k+2)$  та  $\Delta\bar{Y}(k+1)$  – зміна стану цільової вершини у момент часу  $k+2$  та  $k+1$ ,  $\Delta\bar{Y}(k+2)$  та  $\Delta\bar{Y}(k+1)$  – зміна стану спостережуваних вершин у момент часу  $k+2$  та  $k+1$ ; знак  $\cup$  означає у даному контексті об'єднання цільової вершини і спостережуваних вершин у єдину множину, яка у (3) було позначено як  $\Delta\bar{V}_1(k+2)$ .

Підставимо (3) в (4):

$$\Delta\bar{J}(k+2) \cup \Delta\bar{Y}(k+2) = W_{11}(\Delta\bar{J}(k+1) \cup \Delta\bar{Y}(k+1)) + W_{12}(W_{21}\Delta\bar{V}_1(k) + W_{22}\Delta\bar{V}_2(k) + B_2\Delta\bar{Z}(k)),$$

Звідси стан цільової вершини описується формулою:

$$\Delta\bar{J}(k+2) = (\Delta\bar{J}(k+2) \cup \Delta\bar{Y}(k+2)) \setminus \Delta\bar{Y}(k+2) = \Delta\bar{V}_1(k+2) \setminus \Delta\bar{Y}(k+2), \quad (5)$$

де знак  $\setminus$  означає у даному контексті виключення зміни стану цільової вершини з вектору зміни станів елементів єдиної множини  $\Delta\bar{V}_1(k+2)$ .

#### Висновок

У роботі показано, як технологія когнітивного консонансу реалізовується для керування імпульсними процесами у складних системах. Виведена вище формула зміни стану цільової вершини ґрунтується на математичному апараті, запропонованому науковим колективом у складі М. З. Згуровського, В. Д. Романенка та ін. у статтях [1, 2]. При цьому підкреслено, що технологію когнітивного консонансу доречно використовувати для керування системами, які у своєму складі мають вершини з автокореляцією і не мають вершин без зворотних зв'язків, та які не варто ускладнювати введенням додаткових керуючих вершин, котрі можуть дестабілізувати систему.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Згуровский, М. З. Принципы и методы управления импульсными процессами в когнитивных картах сложных систем. Часть 1 / М. З. Згуровский, В. Д. Романенко, Ю. Л. Милявский // Проблемы управления и информатики. – 2016. – № 2. – С. 21–29. – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19155>
2. Згуровский, М. З. Принципы и методы управления импульсными процессами в когнитивных картах сложных систем. Часть 2 / М. З. Згуровский, В. Д. Романенко, Ю. Л. Милявский // Проблемы управления и информатики. – 2016. – № 4. – С. 7–17. – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19156>
3. Мокін В.Б. Метод проектування когнітивної карти для оптимізації профорієнтаційної діяльності ЗВО [Текст] / В. Б. Мокін, О. В. Бурдейна, К. О. Коваль, А. Р. Ящолт // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 3. – С. 89–99. – Режим доступу: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2238>

**ХІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ****ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019****INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION – 2019**

*ОДЕСА  
17– 18 ЖОВТНЯ, 2019*

Збірник включає доповіді учасників ХІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2019»

**Редакційна колегія:** Котлик С.В., Хобін В.А., Плотніков В.М.

**Комп'ютерний набір і верстка:** Соколова О.П.

**Відповідальний за випуск:** Котлик С.В.