

**ISSN 2078-4481**

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський національний технічний університет

# **ВІСНИК**

**Херсонського національного  
технічного університету**

## **3(70)**

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Херсонського національного технічного університету  
(протокол № 3 від 5 листопада 2019 року)

---

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2016 №820), у яких можуть  
публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів  
доктора та кандидата технічних наук

Журнал включено до наукометричних баз, електронних бібліотек та репозитаріїв:  
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

**Херсон 2019**

## Редакційна рада

### Головний редактор

Литвиненко В.І.

д.т.н., професор,

завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук

### Заступники головного редактора

Савіна Г.Г.

д.е.н., професор,

заслужений діяч науки і техніки України

Сарібєкова Ю.Г.

д.т.н., професор,

головний науковий співробітник науково-дослідного сектору

### Відповідальний секретар

Вольвач І.Ю.

к.е.н., доцент,

завідувач навчально-наукового відділу

## Редакційна колегія

Баганов Є.О.

к.т.н., доцент

Гончар О.І.

д.е.н., професор

Дімітрова В.Я. (Болгарія)

д.н., доцент

Жарікова М.В.

д.т.н., доцент

Зайцева О.І.

к.е.н., доцент

Куник О.М.

к.т.н.

Наумов О.Б.

д.е.н., професор

Повстяной В.М.

к.х.н., доцент

Розов Ю.Г.

д.т.н., професор

Рудакова Г.В.

д.т.н., професор

Сарібєкова Д.Г.

д.т.н., професор

Семешко О.Я.

к.т.н.

Smolarz A. (Польща)

dr.hab.inz.

Тюхтенко Н.А.

д.е.н., професор

Ушкаренко Ю.В.

д.е.н., професор

Хрущ Н.А.

д.е.н., професор

Чурсіна Л.А.

д.т.н., професор

Шарко А.В.

д.т.н., професор

Шарко М.В.

д.е.н., професор

Шерстюк В.Г.

д.т.н., професор

**ISSN 2078-4481**

Министерство образования и науки Украины  
Херсонский национальный технический университет

# **ВЕСТНИК**

**Херсонского национального  
технического университета**

**3(70)**

Рекомендовано к печати Ученым советом  
Херсонского национального технического университета  
(протокол № 3 от 5 ноября 2019 года)

---

Журнал включен в Перечень научных специализированных изданий Украины  
(приказ Министерства образования и науки Украины от 11.07.2016 №820),  
в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание  
ученых степеней доктора и кандидата технических наук

Журнал включен в наукометрические базы, электронные библиотеки и репозитории:  
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

**Херсон 2019**

## Редакционный совет

### Главный редактор

Литвиненко В.И.

д.т.н., профессор,

заведующий кафедрой информатики и компьютерных наук

### Заместители главного редактора

Савина Г.Г.

д.э.н., профессор,

заслуженный деятель науки и техники Украины

Сарибекова Ю.Г.

д.т.н., профессор,

главный научный сотрудник научно-исследовательского сектора

### Ответственный секретарь

Вольвач И.Ю.

к.э.н., доцент,

заведующий учебно-научным отделом

## Редакционная коллегия

Баганов Е.А.

Гончар О.И.

Димитрова В.Я. (Болгария)

Жарикова М.В.

Зайцева Е.И.

Куник А.Н.

Наумов А.Б.

Повстяной В.М.

Розов Ю.Г.

Рудакова А.В.

Сарибекова Д.Г.

Семешко О.Я.

Smolarz A. (Польша)

Тюхтенко Н.А.

Ушкаренко Ю.В.

Хрущ Н.А.

Чурсина Л.А.

Шарко А.В.

Шарко М.В.

Шерстюк В.Г.

к.т.н., доцент

д.э.н., профессор

д.н., доцент

д.т.н., доцент

к.э.н., доцент

к.т.н.

д.э.н., профессор

к.х.н., доцент

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

к.т.н.

dr.hab.inz.

д.э.н., профессор

д.э.н., профессор

д.э.н., профессор

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

д.э.н., профессор

д.т.н., профессор

**ISSN 2078-4481**

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Kherson National Technical University

**VISNYK**

**of Kherson National  
Technical University**

**3(70)**

Recommended for publication by the Academic Council of  
Kherson National Technical University  
(Minutes № 3 on 5th November 2019)

---

The journal is included in the List of scientific professional publications of Ukraine  
(Order №820 of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 11 July 2016) where  
the results of the theses of Doctor and Candidate of Engineering Science can be published

The journal is included in the scientometric bases, electronic libraries and repositories:  
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

**Kherson 2019**

## Editorial Board

### Editor-in-Chief

Litvinenko V.I.

Doctor of Engineering Science, Professor

Head of the Department of Informatics and Computer Science

### Deputies Editor-in-Chief

Savina G.G.

Doctor of Economics , Professor,

Honored Worker of Science and Technology of Ukraine

Saribekova Yu.G.

Doctor of Engineering Science, Professor,

Chief research officer of the research sector

### Executive Secretary

Volvach I.Yu.

Ph.D., Associate Professor,

Head of Academic and Scientific Department

## Members of Editorial Board

**Baganov Ye.A.**

Ph.D., Associate Professor

**Gonchar O.I.**

Doctor of Economics, Professor

**Dimitrova V.Ya.** (Bulgaria)

Ph.D., Associate Professor

**Zharikova M.V.**

Doctor of Engineering Science, Associate Professor

**Zaitseva E.I.**

Ph.D., Associate Professor

**Kunik A.N.**

Ph.D.

**Naumov A.B.**

Doctor of Economics, Professor

**Povstyanoy V.M.**

Ph.D., Associate Professor

**Rozov Yu.G.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Rudakova H.V.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Saribekova D.G.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Semeshko O.Ya.**

Ph.D.

**Smolarz A.** (Poland)

Ph.D., Associate Professor

**Tyukhtenko N.A.**

Doctor of Economics, Professor

**Ushkarenko Yu.V.**

Doctor of Economics, Professor

**Khrushch N.A.**

Doctor of Economics, Professor

**Chursina L.A.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Sharko A.V.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Sharko M.V.**

Doctor of Economics, Professor

**Sherstyuk V.G.**

Doctor of Engineering Science, Professor

## ЗМІСТ

## ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

<b>Баганов Є.О., Погребняк І.Ф.</b> Безітераційна методика визначення параметрів точки максимальної потужності фотоелектричного модуля для імітаційного моделювання у MATLAB/Simulink.....	11
<b>Букетов А.В., Сизоненко О.М., Негруца Р.Ю., Липян Є.В., Торпаков А.С., Букетова Н.М.</b> Дослідження теплофізичних властивостей епоксикомпозитів, наповнених синтезованою порошковою титано-алюмінієвою шихтою.....	21
<b>Єгоров А.О., Куличенко П.М., Русанов С.А., Лобов О.О.</b> Використання деталей складних профілів для зменшення аеродинамічного опору.....	30
<b>Жежело А.О., Кімстач О.Ю.</b> Ідентифікація перехідних процесів в асинхронних двигунах підвищеної безвідмовності.....	39
<b>Конох І.С., Істоміна Н.М., Срібний С.Д.</b> Використання мультиагентних систем для задач ідентифікації і автоматичного регулювання.....	49
<b>Сошко В.А., Симинченко І.П.</b> Кинетика і механізм превращення в водородную плазму поверхностно-активной жидкости в зоне резания.....	63

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ  
ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Стоянова О.В., Зубкова К.В., Злотнікова К.Н.</b> Удосконалення технології плодоовочевих компотів.....	72
<b>Юрова Т.А., Повстяной В.М.</b> Дослідження дії бензойної кислоти в якості консерванту харчових продуктів.....	80

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<b>Бєлєванцева К.О., Проніна О.І.</b> Використання нечітких множин при визначенні привабливості пасажиропотоку.....	88
<b>Грицай А.С., Левицька Т.О.</b> Інтелектуальна система виявлення аномалій в рентгенівських знімках із застосуванням методів Deep Learning.....	97
<b>Данилець Є.В., Райко Г.О.</b> Використання ADO.NET Entity Framework для створення інформаційної системи управління документообігом кафедри.....	104
<b>Dychka I., Sulema Y., Bukhtiiarov I.</b> Digital twin information technology for biomedical data complex representation and processing.....	112
<b>Захарченко Р.М., Захарченко Л.М., Кірюшатова Т.Г., Ларченко О.В.</b> Використання сучасних засобів для підвищення конкурентоспроможності транспортних підприємств.....	120
<b>Козел В.М., Іванчук О.В., Дроздова Є.А.</b> Розробка системи збору інформації від IoT пристроїв.....	126
<b>Kornilovska N.V., Vyshemyrska S.V., Lurie I.A.</b> Modern information technologies for creating a consolidated information resource in monetary operations with cryptocurrency.....	133
<b>Levitskaya T.A., Yablokova A.V.</b> A cryptosystem based on a mathematical model of chaotic oscillations generated on the basis of differential equations.....	140
<b>Шерстюк В.Г., Сокол И.В., Левкивский Р.Н.</b> Динамические прецедентные системы: классификация и требования для решения задач управления.....	147

## УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

<b>Власенко Н.А., Матюнка Е.В.</b> Отримання конкурентних переваг пивоварним підприємством завдяки комплексному використанню сировини.....	161
<b>Гончар О.І.</b> Репутаційний менеджмент підприємств в часи економічної кризи.....	167
<b>Ковальов В.В.</b> Економічна сутність збалансованої системи показників.....	173
<b>Lebedynska O.</b> Problems and prospects of controlling personnel in Ukraine.....	178
<b>Миколайчук І.П.</b> Методичний підхід до оцінювання ефективності процесу управління персоналом підприємства на засадах збалансованої системи показників.....	182
<b>Поліщук І.І.</b> Етапізація управління маркетинговим потенціалом сучасного підприємства.....	189

<b>Савіна Г.Г.</b> Мотиваційно-логістичне середовище як інструмент забезпечення ефективного управління фінансовими потоками в мікрологістичних системах.....	194
<b>Тюхтенко Н.А.</b> Управлінські аспекти трудової поведінки в системі кадрового менеджменту підприємства.....	201
<b>Шандова Н.В.</b> Перспективи стійкого розвитку транспортної водної системи.....	208
<b>Шукліна В.В.</b> Деталізація механізму ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом промислового підприємства.....	215

## СФЕРА ОБСЛУГОВУВАННЯ

<b>Зайцева О.І., Бегіна В.О.</b> Управління стратегічною адаптацією туристичного підприємства на засадах клієнтоорієнтованого підходу.....	221
--	-----

## СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ

<b>Войтович О.А., Ткач В.О.</b> Дослідження результатів зміни автобусного маршруту № 7 у м. Херсон та оцінка її доцільності.....	227
<b>Гарафонов О.І.</b> Потенціал змін підприємства: науково-теоретичні та методичні підходи щодо визначення.....	234
<b>Kudrina O.</b> Influence of information network infrastructure on the development of the modern economy.....	239
<b>Тарасюк А.В., Ліскова Г.А.</b> Стан, проблеми і перспективи розвитку підприємств комунальної сфери в Україні.....	245



**CONTENTS**

**ENGINEERING SCIENCES**

**Baganov Ye.A., Pogrebnyak I.F.** Iteration-free method of determination of photovoltaic module parameters at the maximum power point for simulation in MATLAB/Simulink..... 11

**Buketov A.V., Sizonenko O.N., Negrutsa R.Yu., Lipyan E.V., Torpakov A.S., Buketova N.N.** Investigation of thermophysical properties of epoxycomposites filled with synthesized powder titanium-aluminum charge..... 21

**Egorov A.A., Kulichenko P.N., Rusanov S.A., Lobov A.A.** Use of complex profile parts to reduce the aerodynamic resistance..... 30

**Zhezhelo A.O., Kimstach O.Yu.** Identification of transition processes in asynchronous motors of improved reliability..... 39

**Konokh I.S., Istomina N.M., Sribnyi S.D.** Using multiagent systems for identification and automatic control tasks..... 49

**Soshko V.A., Siminchenko I.P.** Kinetics and mechanism of transformation in a hydrogen plasma of a surface-active liquid in the cutting area..... 63

**THE TECHNOLOGY OF LIGHT  
AND FOOD INDUSTRY**

**Stoianova O.V., Zubkova K.V., Zlotnikova K.N.** Improvement of technologies of vegetable-fruit compotes..... 72

**Yurova T.A., Povstyanoy V.M.** Study of benzoic acid as a preservative food stuff..... 80

**INFORMATION TECHNOLOGIES**

**Bielievantseva K.A., Pronina O.I.** Usage of fuzzy sets in determining the attractiveness of passenger flow..... 88

**Hrytsai A.S., Levitskaya T.A.** Intelligent system for detecting anomalies in X-Ray images using Deep Learning methods..... 97

**Danylets Y.V., Rayko H.O.** Using ADO.NET Entity Framework to create a department's information system..... 104

**Dychka I., Sulema Y., Bukhtiiarov I.** Digital twin information technology for biomedical data complex representation and processing..... 112

**Zakharchenko R.N., Zakharchenko L.N., Kiryushova T.G., Larchenko O.V.** Use of up-to-date techniques to increase the competitiveness of transport enterprises..... 120

**Kozel V.M., Ivanchuk O.V., Drozdova Ye.A.** Development of system for collecting information from IoT devices..... 126

**Kornilovska N.V., Vyshemyrska S.V., Lurie I.A.** Modern information technologies for creating a consolidated information resource in monetary operations with cryptocurrency..... 133

**Levitskaya T.A., Yablokova A.V.** A cryptosystem based on a mathematical model of chaotic oscillations generated on the basis of differential equations..... 140

**Sherstjuk V.G., Sokol I.V., Levkivskyi R.N.** Dynamic case-based systems: classification and requirements for solving control problems..... 147

**MANAGEMENT AND ADMINISTRATION**

**Vlasenko N.A., Matyunka E.V.** Brewing enterprise gets competitive advantages thanks to an integrated use of raw materials..... 161

**Gonchar O.** Reputation management of enterprises during economic crisis..... 167

**Kovalev V.** Economic substance of a balanced scorecard..... 173

**Lebedynska O.** Problems and prospects of controlling personnel in Ukraine..... 178

**Mykolaychuk I.** Methodological approach to the performance evaluation of the personnel management process at the enterprise on the basis of balanced scorecard..... 182

**Polishchuk I.I.** Stages of marketing potential management of a modern enterprise..... 189

**Savina G.** Motivational and logistic environment as a tool for effective management of financial flows in micro-logistical systems..... 194

<b>Tiukhtenko N.</b> Managerial issues of the labor behavior within the system of personnel management....	201
<b>Shandova N.V.</b> Prospects of sustainable development of the transport water system.....	208
<b>Shuklina V.</b> Details of the situation management mechanism information and communication potential of industrial enterprise.....	215

## **SERVICE SECTOR**

<b>Zaitseva O.I., Betina V.O.</b> Management of the strategic adaptation of the tourist enterprise on a client oriented approach.....	221
---	-----

## **SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES**

<b>Voytovich O.A., Tkach V.O.</b> Research of results of change of bus route № 7 in Kherson and assessment of its performance.....	227
<b>Garafonova O.I.</b> The potential of enterprise changes: scientific-theoretical and methodological approaches to the definition.....	234
<b>Kudrina O.</b> Influence of information network infrastructure on the development of the modern economy.....	239
<b>Tarasiuk A.V., Liskova G.A.</b> State, problems and prospects for the development of communal sphere enterprises in Ukraine.....	245

## ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

УДК 621.383.51

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.1>

Є.О. БАГАНОВ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-8771-5735

І.Ф. ПОГРЕБНЯК

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-0935-1168

**БЕЗИТЕРАЦІЙНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТОЧКИ  
МАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ  
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У MATLAB/SIMULINK**

У даній роботі запропонована безітераційна методика визначення стану фотоелектричного модуля, що відповідає точці його максимальної потужності. Методика базується на п'ятипараметричній однодіодній моделі фотоелектричного перетворювача. Наближений розв'язок системи рівнянь, що описує стан фотоелектричного модуля у точці максимальної потужності побудований з використанням функції Ламберта. Дана функція є стандартною функцією пакету MATLAB і може бути використана у графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink у функції користувача через застосування блоку S-Function.

Проведена перевірка коректності отриманої моделі та можливості її застосування у MATLAB/Simulink. Порівняння результатів, отриманих за даною методикою, з результатами ітераційним підходом пошуку точки максимальної потужності фотоелектричного модуля за методом «Збурення та спостереження» показало достатню точність відтворення параметрів модуля за різних умов у навколишньому середовищі. Максимальна відносна похибка розрахунку потужності не перевищувала 3,95% в усьому інтервалі потужностей модуля і 2,5 відсотка в межах від 50% генерації його номінальної потужності.

Показано, що запропонована модель може працювати самостійно без використання компонентів фотоелектричних модулів бібліотек Simulink. На основі цього зроблено висновок, що запропонована методика не обмежує крок за часом при розрахунку генерації фотоелектричного модуля у точці максимальної потужності і, відповідно, може бути застосована для імітаційного моделювання тривалої роботи сонячних електричних станцій.

Ключові слова: фотоелектричний модуль, точка максимальної потужності, імітаційне моделювання, безітераційна методика, однодіодна модель.

Е.А. БАГАНОВ

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0001-8771-5735

И.Ф. ПОГРЕБНЯК

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0003-0935-1168

**БЕЗИТЕРАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТОЧКИ  
МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В MATLAB/SIMULINK**

В данной работе предложена безитерационная методика определения параметров фотоэлектрического модуля в точке его максимальной мощности. Методика базируется на пятипараметрической однодиодной модели фотоэлектрического преобразователя. Приближенное решение системы уравнений, описывающей параметры фотоэлектрического модуля в точке максимальной мощности, построено с использованием функции Ламберта. Данная функция является стандартной функцией пакета MATLAB и может быть использована в графической среде имитационного моделирования Simulink в функции пользователя через применение блока S-Function.

Проведена проверка корректности полученной модели и возможности ее применения в MATLAB/Simulink. Сравнение результатов, полученных по данной методике, с результатами, полученными применением итерационного подхода поиска точки максимальной мощности фотоэлектрического модуля по методу «Возмущение и наблюдение» показало достаточную точность воспроизведения параметров модуля при различных условиях в окружающей среде. Максимальная

относительная погрешность расчета мощности не превышала 3,95% во всем интервале мощностей модуля и 2,5 процента в пределах от 50% генерации его номинальной мощности.

Показано, что предложенная модель может работать самостоятельно без использования компонентов фотоэлектрических модулей библиотек Simulink. На основе этого сделан вывод, что предложенная методика не ограничивает шаг по времени при расчете генерации фотоэлектрического модуля в точке максимальной мощности и, соответственно, может быть применена для имитационного моделирования длительной работы солнечных электростанций.

Ключевые слова: фотоэлектрический модуль, точка максимальной мощности, имитационное моделирование, безитерационная методика, однодиодная модель.

Ye.A. BAGANOV

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-8771-5735

I.F. POGREBNYAK

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-0935-1168

### ITERATION-FREE METHOD OF DETERMINATION OF PHOTOVOLTAIC MODULE PARAMETERS AT THE MAXIMUM POWER POINT FOR SIMULATION IN MATLAB/SIMULINK

*In this paper, an iterative approach for determination of parameters of a photovoltaic module at the maximum power point is proposed. The approach is based on a five-parameters single-diode model of a photovoltaic cell. An approximate solution of the system of equations, which describes the parameters of the photovoltaic module at the maximum power point, was obtained using the Lambert function. This function is a standard function of the MATLAB package and can be used in the Simulink graphical simulation environment as a user function with the use of the S-Function block.*

*The validation of the obtained model and the possibility of its application in MATLAB/Simulink were tested. Comparison of the results obtained by this method with the results obtained by use of the "Perturb and Observe" method, which is the iterative approach of determination of the maximum power point parameters of a photovoltaic module, showed a sufficient accuracy of the module parameters calculations at various environmental conditions. The maximum relative error of calculated module power did not exceed 3.95% in the whole range of calculations and 2.5 percent in the range from 50% of its rated power generation.*

*It is shown that the proposed model can work independently, without using the components of the photovoltaic modules of the Simulink libraries. Based on this, it was concluded that the proposed method does not limit the time step at calculations the generation power of the photovoltaic module at the maximum power point and, accordingly, can be used to simulate the long-term operation of solar power systems.*

*Keywords: photovoltaic module, maximum power point, simulation, iteration-free method, single-diode model.*

### Постановка проблеми

Швидке виснаження традиційних викопних видів палива, зміна клімату, глобальне потепління та потреби в енергії, що постійно зростають, призвели до стрімкого розвитку систем поновлюваної енергетики, зокрема з використанням енергії Сонця. Найбільш популярне її застосування – сонячні електричні системи (СЕС), що пояснюється значною кількістю вільно доступних ресурсів та можливістю організації розподіленої генерації електроенергії [1 – 4].

Головні проблеми використання СЕС полягають у їх відносно невисокому ККД, нелінійності характеристик фотоелектричних модулів (ФЕМ) та залежності потужності від погоди та часу доби при відносно високій вартості компонентів [1, 5, 6]. Тому, зазвичай, СЕС потребують оптимізації складу для зменшення їх вартості та можливості органічної інтеграції у склад енергосистеми [6]. Така оптимізація базується на імітаційному моделюванні роботи СЕС [5 – 7].

У більшості випадків, коли реалізується енергетичне моделювання СЕС, робота ФЕМ приймається при умові максимальної потужності, припускаючи, що в системі використовується система пошуку точки максимальної потужності (ТМП) [7 – 9]. Внаслідок нелінійності вольт-амперної характеристики (ВАХ) ФЕМ та її залежності від температури модуля та інтенсивності сонячного випромінювання, визначення параметрів ТМП за даних конкретних зовнішніх умов визначається ітераційним процесом [10], що потребує додаткових операцій на кожному часовому кроці моделювання і значно підвищує загальний час розрахунків, особливо при використанні моделей реальних компонентів пошуку ТМП. Останнє є критичним для моделювання довготривалої роботи СЕС, так як істотно збільшує час розрахунків.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Графічне середовище Simulink пакету MATLAB ефективно використовується для імітаційного моделювання ФЕМ та СЕС [8, 11 – 13]. Бібліотека «Specialized Power Systems» містить елемент «PV Array», перевагами якого є значна вбудована база даних моделей промислових ФЕМ, а також можливість у динаміці задавати їх температуру та інсоляцію.

Однак для проведення моделювання СЕС, що застосовує систему пошуку ТМП, потребує використання у моделі процесів широтно-імпульсної модуляції та ітераційних алгоритмів [14, 15]. Останнє, для коректного проведення розрахунків, вимагає малих часових періодів опитування та перерахунку стану системи.

Головною причиною, що потребує застосування ітераційних методів пошуку ТМП є суттєва нелінійність ВАХ ФЕМ [12 – 16]. Тому для довготривалого моделювання застосовуються усереднені параметри ФЕМ, такі як температурні залежності параметрів напруги холостого ходу, струму короткого замикання та потужності у ТМП, що наводяться у каталогах виробників [7].

На даному етапі існує декілька аналітичних виразів, що запропоновані на основі різних спрощень опису ВАХ ФЕМ [17 – 19], які не потребують ітераційних процесів для визначення параметрів ТММ. Відповідно, застосування таких виразів надасть змогу зменшити кількість операцій на один часовий крок моделювання роботи СЕС, а також не обмежувати збільшення кроку за часом стійкістю роботи системи пошуку ТМП. Однак інформація щодо застосування даних моделей для моделювання у MATLAB/Simulink на даний момент у літературі відсутня.

### Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є розробка методики безітераційного визначення стану ФЕМ, що відповідає точці його максимальної потужності, яка надасть можливість значно збільшити крок за часом без суттєвої втрати точності при моделюванні СЕС у MATLAB/Simulink.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Для проведення досліджень нами за базу був обраний підхід до наближеного визначення параметрів ТМП, запропонованого у [19] для п'ятипараметричної однодіодної моделі ФЕМ, заступна схема якої наведена на рис. 1.

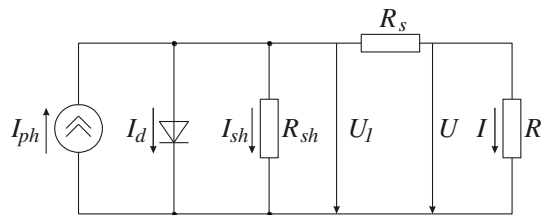


Рис. 1. Заступна схема однодіодної п'ятипараметричної моделі ФЕМ

Відповідно до даної схеми струм одного фотоелектричного перетворювача (ФЕМ), який входить у склад ФЕМ, описує вираз [19]:

$$I = I_{ph} - I_0 \left( e^{\left( \frac{U_l}{AV_l} \right)} - 1 \right) - \frac{U_l}{R_{sh}}, \quad (1)$$

де  $I_{ph}$ ,  $I_0$  – фотострум носіїв заряду та зворотний струм насичення діода відповідно;  
 $R_{sh}$  – шунтуючий опір ФЕМ;  
 $V_l = kT/q_e$  – термічний потенціал;  
 $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл – заряд електрона;  
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К – стала Больцмана;  
 $T_c$  – абсолютна температура ФЕМ;  
 $U_l$  – напруга на р-п переході ФЕМ;  
 $A$  – параметр ідеальності ФЕМ.

Приймаючи, що максимальна потужність на навантаженні  $R_l$  досягається за умов максимальної потужності на послідовно з'єднаних  $R_l$  та  $R_s$ , у [19] було отримано рівняння для напруги на р-п переході  $U_{ln}$ , значення якої приймалося відповідним умовам досягнення ТМП.

$$z = W_0 \left( e^{\frac{I_{ph} + I_0}{I_0} \left[ 1 - \frac{2V_t A z}{R_{sh}(I_{ph} + I_0)} \right]} \right) - 1, \quad (2)$$

де  $z = U_{ln} / V_t A$ .

$W_0(x)$  – функція Ламберта.

Вираз (2) є трансцендентним. Застосування спрощення  $R_{sh} \rightarrow \infty$  для виразу (2) дало змогу у [19] отримати явний вираз для  $U_{ln}$ :

$$U_{ln} = V_t A \left( W_0 \left( e^{\frac{I_{ph}}{I_0}} \right) - 1 \right), \quad (3)$$

Уточнення виразу (3) отримано нами у [20] шляхом розкладання виразу (2) у ряд Тейлора навколо  $z_0 = 0,75 U_{oc} / (V_t A)$ , що відповідає середині типового інтервалу знаходження напруги ТМП ( $U_{oc}$  – напруга холостого ходу ФЕП) [21]. З утриманням лінійного члена розкладання можна отримати:

$$z = \frac{(c_2 z_0 - 1)(x^2 - 1) - c_2 z_0 x}{(c_2 z_0 - 1)(x + 1) - c_2 x}, \quad (4)$$

де  $x = W_0(-c_1 [c_2 z_0 - 1])$ ;

$c_1 = e I_{ph} / I_0$ ;

$c_2 = 2V_t A / (R_{sh} I_{ph})$ .

Відповідно, використовуючи (1) можна отримати вираз для струму ФЕП, що відповідає ТМП:

$$I_n = I_{ph} - I_0 \left( e^{\left( \frac{U_{ln}}{AV_t} \right)} - 1 \right) - \frac{U_{ln}}{R_{sh}}. \quad (5)$$

Для отримання параметрів ТМП ФЕМ необхідно у (4) та (5) приймати параметри  $I_0$ ,  $I_{ph}$ ,  $R_{sh}$  усього ФЕМ, а центр розкладання виразу у ряд Тейлора приймати як  $z_0 = 0,75 U_{oc} / (n_s V_t A)$ , де  $n_s$  – кількість послідовно з'єднаних ФЕП у ФЕМ, а  $U_{oc}$  – напруга холостого ходу ФЕМ. Напруга ФЕМ у ТМП, відповідно до рис. 1:

$$U_n = n_s U_{ln} - I_n R_s, \quad (6)$$

де  $R_s$  – послідовний опір ФЕМ;

$U_{ln}$ ,  $I_n$  – напруга на р-п переході ФЕП та струм ФЕМ у ТМП.

Залежності параметрів п'ятипараметричної моделі ФЕМ від умов роботи (інтенсивність сонячного випромінювання  $G$ , температура ФЕМ  $T_c$ ) можуть бути визначені за стандартними підходами, наприклад [20, 22, 23], через опорні параметри (позначені індексом «ref») наступним чином:

$$\frac{AV_t}{A_{ref} V_{t,ref}} = \frac{T_c}{T_{ref}}; \quad (7)$$

$$R_s = R_{s,ref} = \text{const} \quad (8)$$

$$\frac{R_{sh}}{R_{sh,ref}} = \frac{G_{ref}}{G}; \quad (9)$$

$$I_{ph} = \frac{G}{G_{ref}} \left( I_{ph,ref} + \alpha_{I_{sc}} (T_c - T_{ref}) \right); \quad (10)$$

де  $\alpha_{I_{sc}}$  – температурний коефіцієнт струму короткого замикання;

Зворотний струм насичення діода краще визначати за запропонованим у [23] виразом, який забезпечує більшу стійкість під час проведення розрахунків:

$$I_0 = I_{ph} / \left( \exp\left(\frac{U_{oc}}{n_s AV_t}\right) - 1 \right) \tag{11}$$

Температура фотоелектричного модуля при різних температурах навколишнього середовища  $T_a$  і різних рівнях інтенсивності сонячного випромінювання, може бути визначена з теплового балансу, який призводить до співвідношення [23]:

$$T_c = T_a + \frac{G}{G_{NOCT}} (NOCT - T_{a,NOCT}) \tag{12}$$

де  $NOCT$  – номінальна температура експлуатації фотоелектричного модуля, яка також у специфікаціях виробників;

$T_{a,NOCT} = 20^\circ\text{C}$  – температура навколишнього середовища при номінальних умовах експлуатації;

$S_{NOCT} = 800 \text{ Вт/м}^2$  – інтенсивність сонячного випромінювання при номінальних умовах експлуатації.

Напряг холостого ходу може бути отримана з (1) при  $I = 0$  [20]:

$$U_{oc} = I_{ph} R_{sh} - n_s AV_t W_0 \left( \frac{I_0 R_{sh}}{n_s AV_t} \exp\left(\frac{I_{ph} R_{sh}}{n_s AV_t}\right) \right) \tag{13}$$

Опорні параметри зазвичай визначаються з каталогів виробників ФЕМ, наприклад, за методикою, що наведена у [22]. Однак у елементі «PV Array» містяться дані щодо параметрів однодіодної заступної схеми, відповідно вони і були використані під час моделювання.

Перевірка коректності отриманої моделі та можливості її застосування у MATLAB/Simulink була проведена шляхом моделювання роботи ФЕМ, представленого елементом «PV Array», що навантажений керуванням джерелом ЕРС «Controlled Voltage Source» (рис. 2). Керування напругою джерела (значення напруги ФЕМ у ТМП  $U_n$ ) проводилося відповідно до моделі (4) – (13) блоком функції користувача «PV\_Lambert\_model» типу S-Function для можливості використання функції Ламберта, що є стандартною функцією MATLAB, однак не входить у набір функцій Simulink. Також на виході блоку поверталось розрахункове значення струму ФЕМ у ТМП  $I_n$ .

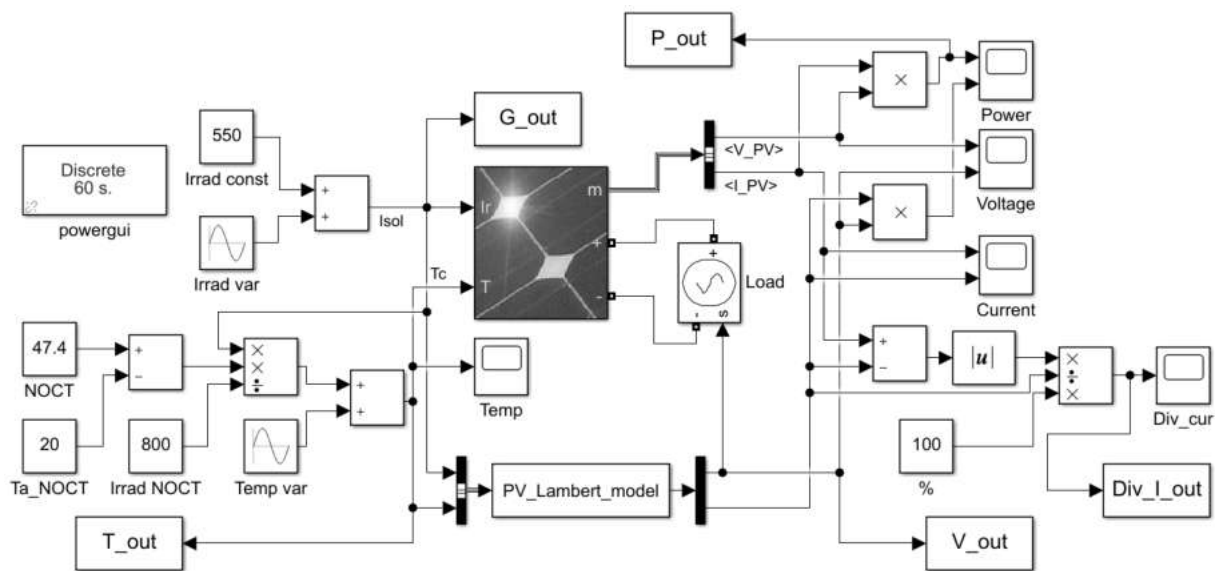


Рис. 2. Модель MATLAB/Simulink для визначення параметрів ФЕМ у ТМП

У якості моделі ФЕМ з бази елемента «PV Array» був обраний полікристалічний модуль 1Soltech 1STH-215-P номінальною потужністю 215 Вт, де наведені параметри заступної схеми. Параметри номінальних умовах експлуатації даного ФЕМ ( $NOCT = 47,4^\circ\text{C}$ ) узяті в базі даних SolarHub [25].

Моделювання змінних зовнішніх умов (навколишньої температури та інтенсивності сонячного

випромінювання) проводилося шляхом використання суми постійної та гармонійної складової, а саме приймалося:

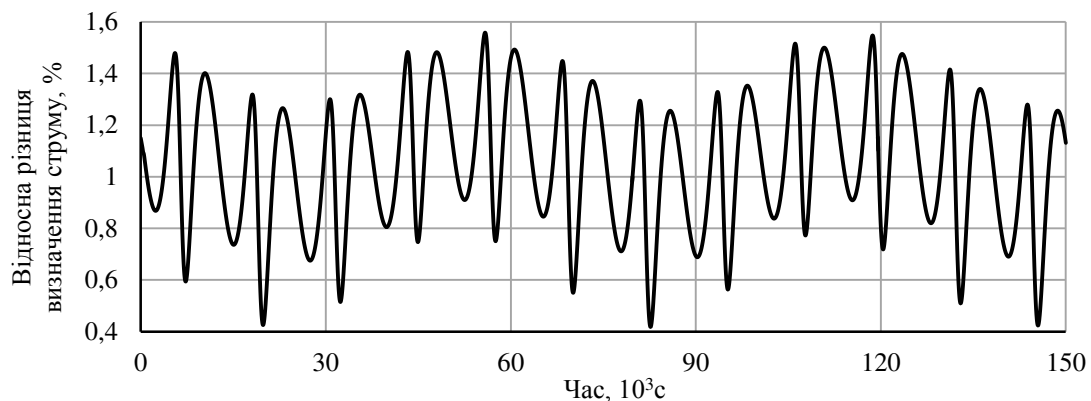
$$T_a = 20 + 15 \sin(10^{-4} t), \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$G = 550 + 450 \sin(5 \cdot 10^{-4} t + 1,5), \text{ Вт/м}^2,$$

де час  $t$  приймався у секундах, а фаза тригонометричних функцій – у радіанах.

На рис. 3. наведено абсолютне значення відносної різниці розрахункового струму  $I_n$  і струму елемента «PV Array» за напруги  $U_n$ . Як видно з рис. 3, відносна похибка визначення струму, що розрахований за моделлю (4) – (13), відповідно до значення струму, що розраховується за алгоритмом Simulink, лежить у межах 0,4 % – 1,6 %, що є цілком прийнятною точністю відтворення ВАХ ФЕМ у ТМП.

Для оцінки точності визначення параметрів ТМП (напруга та потужність) з використанням моделі (4) – (13), було проведено аналогічне моделювання з використанням ітераційного пошуку ТМП за методом «Збурення та спостереження» (“Perturb and Observe”) [10,15] на базі аналогічного ФЕМ та принципу створення навантаження. Внаслідок малого кроку за часом  $5 \cdot 10^{-5}$  с, що відповідає стійкості розрахункового алгоритму елементів моделі, тривалість моделювання становила 30 с, однак фазові швидкості гармонійних складових температури зовнішнього середовища та інтенсивності сонячного випромінювання були збільшені, відповідно, у  $10^3$  разів, тому і інсоляція, і коливання температури ФЕМ у обох моделюваннях були відповідними. Час моделювання за моделлю (4) – (13) становив  $30 \cdot 10^3$  с.



**Рис. 3. Відносна різниця струму елемента «PV Array» та струму, що розрахований за моделлю (4) – (13)**

Результати моделювання параметрів ТМП, разом із значеннями інсоляції та температури ФЕМ наведені на рис. 4.

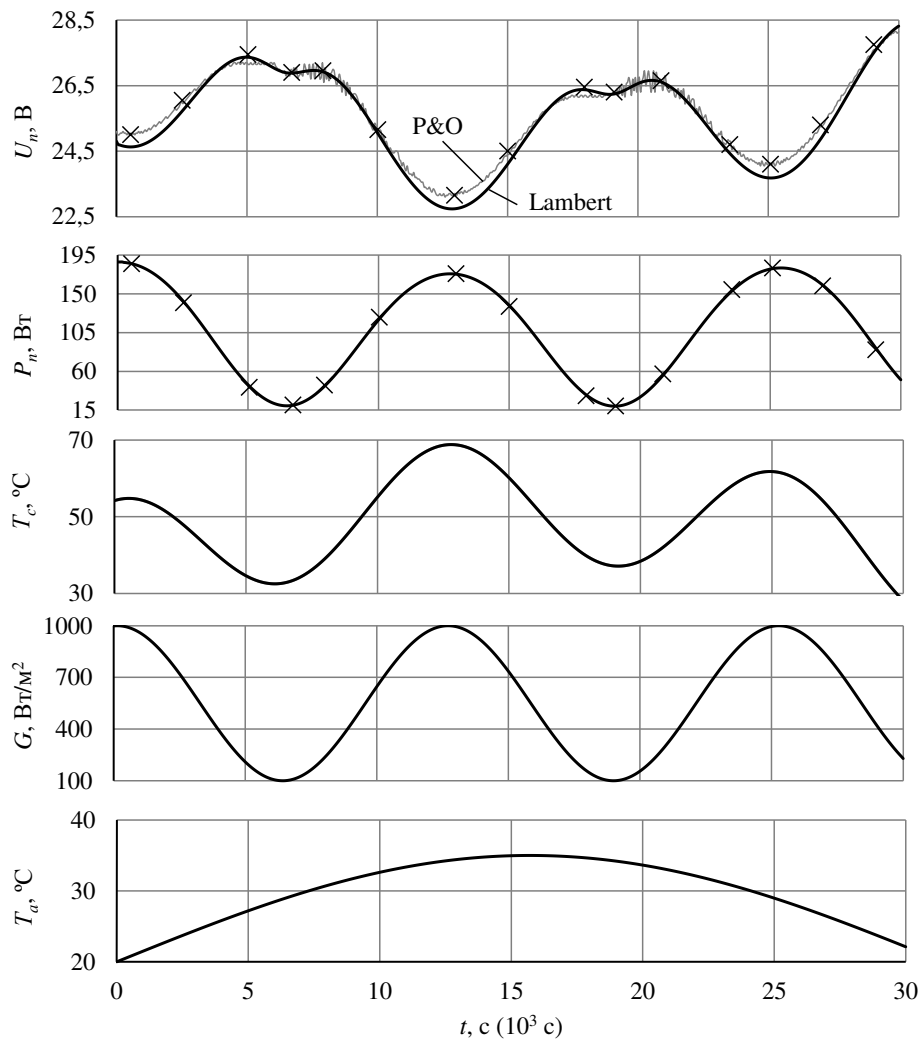
Вихідна потужність модуля у ТМП  $P_n$  виявилася практично ідентичною у обох моделюваннях. Незначні відхилення спостерігалися при визначенні напруги ФЕМ у ТМП  $U_n$ . Підпис «P&O» відповідає ітераційному пошуку ТМП, підпис «Lambert» відповідає розрахунку за моделлю (4) – (13).

У деяких контрольних точках був проведений розрахунок параметрів ТМП ітераційним пошуком з відповідними постійними температурою ФЕМ та інтенсивністю сонячного випромінювання. Ітерації проводилися до виходу електричних параметрів ФЕМ на стаціонарні значення. Отримані результати можуть вважатися «точними», так як на їх обчислення не впливали динамічні чинники. Вони наведені на рис. 4 на графіках напруги і потужності на маркерами «x».

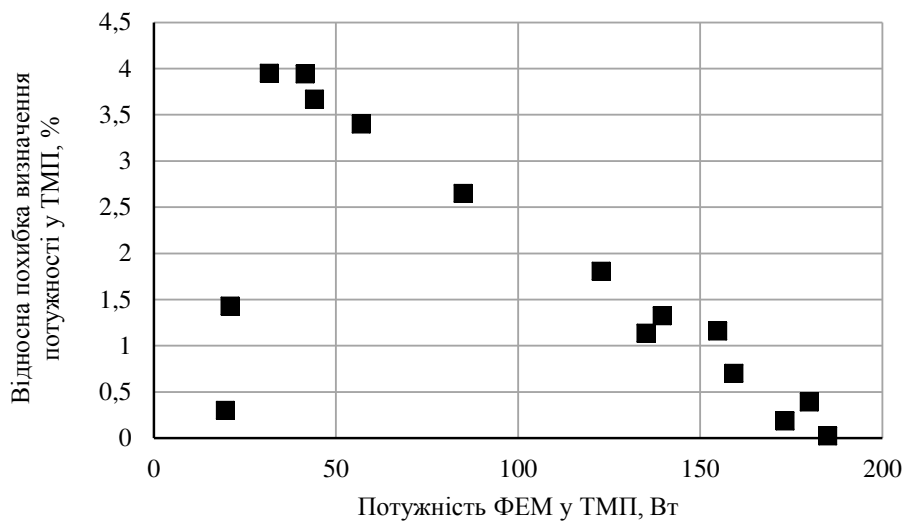
У контрольних точках максимальна похибка, що дає безітераційна модель (4) – (13), сягає 0,44 В та 2,25 Вт (1,77% та 3,95%) для напруги та потужності у ТМП відповідно. Більші відхилення моделі (4) – (13) від точних значень напруги ТМП відповідають більшим температурам ФЕМ. Відповідно такі відхилення можуть бути зменшені уточненням температурних залежностей моделі.

Більш принциповим для моделювання є відхилення потужності у ТМП. Розподіл відносного відхилення потужності у ТМП за моделлю (4) – (13) від потужності у ТМП ФЕМ наведено на рис. 5.





**Рис. 4.** Результати моделювання роботи ФЕМ при змінних інтенсивності сонячного випромінювання ( $G$ ) та температурі навколишнього середовища ( $T_a$ ). Позначення «Lambert» – розраховано за запропонованим безітераційним методом (час  $t$  у  $10^3$  с), позначення «P&O» – розраховано за ітераційним методом «Збурення та спостереження» (час  $t$  у секундах). Маркери «x» – точні значення



**Рис. 5.** Розподіл відносного відхилення визначення потужності у ТМП ФЕМ за моделлю (4) – (13) від його абсолютного значення

З рис. 5 видно, що в області 50% генерації номінальної потужності ФЕМ (більше 100 Вт) похибка визначення  $P_n$  не перевищує 2,5 %, що є цілком прийнятним для проведення імітаційного моделювання роботи СЕС.

Запропонована модель (4) – (13) добре відтворює як ВАХ ФЕМ у ТМП, так і потужність модуля, тому вона може застосовуватися без спирання на елемент «PV Array», тобто працювати самостійно. Останнє знімає будь-які обмеження кроку за часом під час розрахунку генерації ФЕМ у ТМП і визначає можливість використання моделі для імітаційного моделювання тривалої роботи СЕС.

#### Висновки

1. Реалізація запропонованої безітераційної методики визначення стану фотоелектричного модуля у точці максимальної потужності у середовищі MATLAB/Simulink показала достатню точність відтворення параметрів модуля за різних умов у навколишньому середовищі.

2. Запропонована модель може працювати самостійно без спирання на елемент «PV Array».

3. Запропонована модель не обмежує крок за часом при розрахунку генерації фотоелектричного модуля у точці максимальної потужності і тому може бути застосована для імітаційного моделювання тривалої роботи сонячних електричних станцій.

#### Список використаної літератури

- Hyder F. Solar PV tree design: A review / F. Hyder, K. Sudhakar, R. Mamat // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2018. – V.82. – P. 1079-1096.
- Babu C. The role of thermoelectric generators in the hybrid PV/T systems: A review / C. Babu, P. Ponnambalam // *Energy Conversion and Management*. – 2017. – V.151. – P. 368–385.
- W.M. Pabasara U. Wijeratne. Design and development of distributed solar PV systems: Do the current tools work? / W.M. Pabasara U. Wijeratne, R.J. Yang, E. Too, R. Wakefield // *Sustainable Cities and Society*. – 2019. – V.45. – P. 553-578.
- Koronaki I.P. Experimental and theoretical performance investigation of asymmetric photovoltaic/thermal hybrid solar collectors connected in series / I.P. Koronaki, M.T. Nitsas // *Renewable Energy*. – 2018. – V.118. – P. 654-672.
- Pillai D.S. Metaheuristic algorithms for PV parameter identification: A comprehensive review with an application to threshold setting for fault detection in PV systems / D.S. Pillai, N. Rajasekar // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2018. – V.82. – P. 3503-3525.
- Reddy G.S. A MATLAB based PV Module Models analysis under Conditions of Nonuniform Irradiance / G.S. Reddy, T.B. Reddy, M.V. Kumar // *Energy Procedia*. – 2017. – V.117. – P. 974 – 983.
- Koutroulis E. Methodology for optimal sizing of stand-alone photovoltaic/wind-generator systems using genetic algorithms / E. Koutroulis, D. Kolokotsa, A. Potirakis, K. Kalaitzakis // *Solar Energy*. – 2006. – V.80. – P. 1072–1088.
- 8.Savitha P.B. Modelling of Photovoltaic Cell/Module under Environmental Disturbances using MATLAB/Simulink / P.B. Savitha, M.S. Shashikala, K.L. Puttabuddhi // *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*. – 2014. – V.9(1). – P. 48-55.
- Gonzalez A. Optimal sizing of a hybrid grid-connected photovoltaic–wind–biomass power system / A. Gonzalez, J.-R. Riba, A. Rius // *Sustainability*. – 2015. – V.7. – P. 12787-12806.
- Lasheen M. Maximum power point tracking using Hill Climbing and ANFIS techniques for PV applications: A review and a novel hybrid approach / M. Lasheen, M. Abdel-Salam // *Energy Conversion and Management*. – 2018. – V.171. – P. 1002-1019.
- Hossain M.D. Modeling of Solar Photovoltaic System Using MATLAB/Simulink / M.D. Hossain, N.K. Roy, M.O. Ali // *Proceedings of 19th International Conference on Computer and Information Technology*. – December 18-20, 2016. – North South University, Dhaka, Bangladesh. – 2016. – P. 128 – 133.
- Krismadinata. Photovoltaic Module Modeling using Simulink/Matlab / Krismadinata, N.Abd. Rahim, H.W. Ping, J. Selvaraj // *Procedia Environmental Sciences*. – 2013. – V.17. – P. 537-546.
- Aidoud M. Development of photovoltaic cell models using fundamental modeling approaches / M. Aidoud, C.-E. Feraga, M. Bechouat, M. Sedraoui, S. Kahla // *Energy Procedia*. – 2019. – V.162. – P. 263-274.
- Fekkek B. Control of transformerless grid-connected PV system using average models of power electronics converters with MATLAB/Simulink / B. Fekkek, M. Menaa, B. Boussahoua // *Solar Energy*. – 2018. – V.173. – P. 804-813.
- Alik R. An enhanced P&O checking algorithm MPPT for high tracking efficiency of partially shaded PV module / R. Alik, A. Jusoh // *Solar Energy*. – 2018. – V.163. – P. 570-580.
- Pourmousa N. Parameter estimation of photovoltaic cells using improved Lozi map based chaotic optimization Algorithm / N. Pourmousa, S. M. Ebrahimi, M. Malekzadeh, M. Alizadeh // *Solar Energy*. – 2019. – V.180. – P. 180-191.
- Batzelis E.I. Direct MPP Calculation in Terms of the Single-Diode PV Model Parameters / E.I. Batzelis, G.E. Kampitsis, S.A. Papathanassiou, S.N. Manias // *IEEE Transactions on Energy Conversion*. –

2015. – V.30(1). – P. 226-236.
18. Wang S.-n. An improved analytical solution for MPP parameters of photovoltaic cells / S.-n. Wang, Q.-g. Chen, W.-g. Gao // *Solar Energy*. – 2018. – V.174. – P. 848-854.
  19. Analytical determination of the photovoltaic module maximum power point parameters based on the manufacturer's datasheet / Ye.A. Baganov, V.V. Kurak, E.V. Andronova, V.O. Gramov. – Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2016. – №4(59). – С. 185 – 194.
  20. Баганов Є.О. Аналітична залежність параметрів точки максимальної потужності фотоелектричного перетворювача від умов його експлуатації на основі п'ятипараметричної схеми заміщення / Є.О. Баганов, І.Ф. Погребняк // *Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції, 29 – 31 травня 2018 р., Херсон, Україна / Херсонська державна морська академія – Херсон, 2018. – С. 266 – 270.*
  21. ESRAM T. Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques/ T. ESRAM, P.L. CHAPMAN // *IEEE Transactions on Energy Conversion*. – 2007. – V.22(2). – P. 439 – 449.
  22. De Soto W. Improvement and validation of a model for photovoltaic array performance/ W. De Soto, S.A. Klein, W.A. Beckman // *Solar Energy*. –2006. – V.80. – P. 78 – 88.
  23. Villalva M.G. Comprehensive Approach to Modeling and Simulation of Photovoltaic Arrays / M.G. Villalva, J.R. Gazoli, E.R. Filho // *IEEE Transactions on Power Electronics*. – 2009. – V.24(5). – P. 1198 – 1208.
  24. Trazouei S.L. Optimal Design of a Hybrid Solar-Wind-Diesel Power System for Rural Electrification Using Imperialist Competitive Algorithm / S.L. Trazouei, F.L. Tarazouei, M. Ghiamy // *International Journal of Renewable Energy Research*. – 2013. – V.2. – P. 403-411.
  25. SolarHub. PV Module 1STH-215-P Details [Electronic Source] – URL: <http://www.solarhub.com/product-catalog/pv-modules/5623-1STH-215-P-1Soltech> (last access: 19.05.2019).

#### References

1. Hyder F., Sudhakar K., Mamat R. Solar PV tree design: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, V.82, pp. 1079-1096. doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.025.
2. Babu C., Ponnambalam P. The role of thermoelectric generators in the hybrid PV/T systems: A review. *Energy Conversion and Management*, 2017, V.151, pp. 368–385. doi.org/10.1016/j.enconman.2017.08.060.
3. W.M. Pabasara U. Wijeratne, Yang R.J., Too E., Wakefield R. Design and development of distributed solar PV systems: Do the current tools work? *Sustainable Cities and Society*, 2019, V.45, pp. 553-578. doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.035 .
4. Koronaki I.P., Nitsas M.T. Experimental and theoretical performance investigation of asymmetric photovoltaic/thermal hybrid solar collectors connected in series. *Renewable Energy*, 2018, V.118, pp. 654-672. doi.org/10.1016/j.renene.2017.11.049.
5. Pillai D.S., Rajasekar N. Metaheuristic algorithms for PV parameter identification: A comprehensive review with an application to threshold setting for fault detection in PV systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, V.82, pp. 3503-3525. doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.107.
6. Reddy G.S., Reddy T.B., Kumar M.V. A MATLAB based PV Module Models analysis under Conditions of Nonuniform Irradiance. *Energy Procedia*, 2017, V.117, pp. 974 – 983. doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.218.
7. Koutroulis E., Kolokotsa D., Potirakis A., Kalaitzakis K. Methodology for optimal sizing of stand-alone photovoltaic/wind-generator systems using genetic algorithms. *Solar Energy*, 2006, V.80, pp. 1072–1088. doi.org/10.1016/j.solener.2005.11.002.
8. Savitha P.B., Shashikala M.S., Puttabuddhi K.L. Modelling of Photovoltaic Cell/Module under Environmental Disturbances using MATLAB/Simulink. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 2014, V.9(1), pp. 48-55. doi.org/10.14445/22315381/ijett-v9p210.
9. Gonzalez A., Riba J.-R., Rius A. Optimal sizing of a hybrid grid-connected photovoltaic–wind–biomass power system. *Sustainability*, 2015, V.7(9), pp. 12787-12806. doi.org/10.3390/su70912787.
10. Lasheen M., Abdel-Salam M. Maximum power point tracking using Hill Climbing and ANFIS techniques for PV applications: A review and a novel hybrid approach. *Energy Conversion and Management*, 2018, V.171, pp. 1002-1019. doi.org/10.1016/j.enconman.2018.06.003.
11. Hossain M.D., Roy N.K., Ali M.O. Modeling of Solar Photovoltaic System Using MATLAB/Simulink. *Proceedings of 19th International Conference on Computer and Information Technology*. North South University, Dhaka, Bangladesh, 2016, pp. 128 – 133. doi.org/10.1109/iccitechn.2016.7860182.
12. Krismadinata, Rahim N.Abd., Ping H.W., Selvaraj J. Photovoltaic Module Modeling using Simulink/Matlab. *Procedia Environmental Sciences*, 2013, V.17, pp. 537-546. doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.069.

13. Aidoud M., Feraga C.-E., Bechouat M., Sedraoui M., Kahla S. Development of photovoltaic cell models using fundamental modeling approaches. *Energy Procedia*, 2019, V.162, pp. 263-274. doi.org/10.1016/j.egypro.2019.04.028.
14. Fekkak B., Mena M., Boussahoua B. Control of transformerless grid-connected PV system using average models of power electronics converters with MATLAB/Simulink. *Solar Energy*, 2018, V.173, pp. 804-813. doi.org/10.1016/j.solener.2018.08.012.
15. Alik R., Jusoh A. An enhanced P&O checking algorithm MPPT for high tracking efficiency of partially shaded PV module. *Solar Energy*, 2018, V.163, pp. 570-580. doi.org/10.1016/j.solener.2017.12.050.
16. Pourmousa N., Ebrahimi S. M., Malekzadeh M., Alizadeh M. Parameter estimation of photovoltaic cells using improved Lozi map based chaotic optimization Algorithm. *Solar Energy*, 2019, V.180, pp. 180-191. doi.org/10.1016/j.solener.2019.01.026.
17. Batzelis E.I., Kampitsis G.E., Papathanassiou S.A., Manias S.N. Direct MPP Calculation in Terms of the Single-Diode PV Model Parameters. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 2015, V.30(1), pp. 226-236. doi.org/10.1109/tec.2014.2356017.
18. Wang S.-n., Chen Q.-g., Gao W.-g. An improved analytical solution for MPP parameters of photovoltaic cells. *Solar Energy*, 2018, V.174, pp. 848-854. doi.org/10.1016/j.solener.2018.09.070.
19. Baganov Ye.A., Kurak V.V., Andronova E.V., Gramov V.O. Analytical determination of the photovoltaic module maximum power point parameters based on the manufacturer's datasheet. *Visnyk of Kherson National Technical University*, 2016. – no. 4(59). – pp. 185 – 194.
20. Baganov Ye.A., Pogrebnyak I.F. Analytical dependence of the parameters of the maximum power point of the photoelectric converter on the conditions of its operation on the basis of five-parameter substitution scheme. *Anotatsii dopovidei 10<sup>th</sup> Mizhnarodnoyi nauk.-prakt. konf. «Suchasni informatsiyi ta innovatsiyi tekhnolohiyi na transporti» [Abstracts of the X Int. sci.-pract. conf. «Modern information and innovative technologies in transport»]*. Kherson, 2018, pp. 266 – 270.
21. ESRAM T., Chapman P.L. Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 2007, V.22(2), pp. 439 – 449. doi.org/10.1109/tec.2006.874230.
22. De Soto W., Klein S.A., Beckman W.A. Improvement and validation of a model for photovoltaic array performance. *Solar Energy*, 2006, V.80, pp. 78 – 88. doi.org/10.1016/j.solener.2005.06.010.
23. Villalva M.G., Gazoli J.R., Filho E.R. Comprehensive Approach to Modeling and Simulation of Photovoltaic Arrays. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2009, V.24(5), pp. 1198 – 1208. doi.org/10.1109/tpel.2009.2013862.
24. Trazouei S.L., Tarazouei F.L., Ghiamy M. Optimal Design of a Hybrid Solar-Wind-Diesel Power System for Rural Electrification Using Imperialist Competitive Algorithm. *International Journal of Renewable Energy Research*, 2013, V.2, no.2, pp. 403-411.
25. SolarHub. PV Module 1STH-215-P Details Retrieved from <http://www.solarhub.com/product-catalog/pv-modules/5623-1STH-215-P-1Soltech> (last access: 19.05.2019) (eng).

УДК 667.64:678.026

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.2>

А.В. БУКЕТОВ

Херсонська державна морська академія  
ORCID: 0000-0001-9836-3296

О.М. СИЗОНЕНКО

Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, м. Миколаїв

Р.Ю. НЕГРУЦА

Херсонська державна морська академія

Є.В. ЛИПЯН

Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, м. Миколаїв

ORCID: 0000-0001-9483-1793

А.С. ТОРПАКОВ

Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, м. Миколаїв

ORCID: 0000-0002-9805-3914

Н.М. БУКЕТОВА

Херсонська державна морська академія

ORCID: 0000-0002-7670-6590

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ, НАПОВНЕНИХ СИНТЕЗОВАНОЮ ПОРОШКОВОЮ ТИТАНО-АЛЮМІНІЄВОЮ ШИХТОЮ

У роботі встановлено критичну концентрацію синтезованої високовольтним електророзрядом порошкової титано-алюмінієвої шихти, введення якої забезпечує зниження термічного коефіцієнту лінійного розширення розроблених композитів порівняно з вихідною епоксидною матрицею. При цьому усадка композитів зменшується суттєво. Встановлено абсолютні значення термічного коефіцієнту лінійного розширення матеріалів, які можливо використовувати у різних температурних діапазонах. Цікавим з наукової і практичної точки зору є аналіз діапазону температур, який охоплює область склування полімерних композитів.

Встановлено, що для формування композитних матеріалів з підвищеними показниками теплофізичних властивостей, доцільно використовувати наповнювач у кількості  $q = 0,05 \dots 2,00$  мас.ч. Такий матеріал характеризується високою енергією активації, стійкістю до структурних перетворень при максимальних температурах та інтенсивною взаємодією функціональних груп наповнювача та епоксидного олігомеру під час структуроутворення на молекулярному рівні. На основі проведених випробувань теплофізичних властивостей розроблених епоксикомпозитів встановлено допустимі межі температури, при яких можливо використовувати матеріали у вигляді покриттів.

Для формування композиційних матеріалів або захисних покриттів з поліпшеними теплофізичними властивостями доцільно вводити синтезований порошок титан-алюмінієвої шихти в кількості  $q = 0,5\%$  в епоксидний зв'язувач в якості наповнювача на  $q = 100\%$  епоксидного олігомеру. Формування такого матеріалу дозволяє підвищити термостійкість (за Мартенсом) порівняно з обробленою ультразвуком епоксидною матрицею від  $T = 341$  К до  $T = 360$  К, а температура склування від  $T_c = 327$  К до  $T_c = 346$  К. Вважається, що це пов'язано з впливом дисперсного наповнювача на формування мікроструктури гетерогенних композитів. Дисперсний наповнювач активно взаємодіє з макромолекулами епоксидного зв'язувача, що, як наслідок, підвищує когезійну міцність композитів. В результаті збільшується ступінь зшивання матеріалів, що забезпечує поліпшення теплофізичних властивостей розроблених композитів.

Експериментально встановлено, що найменшими показниками термічного коефіцієнта лінійного розширення серед усього спектру досліджуваних температурних діапазонів є матеріали, що містять наповнювач у кількості  $q = 0,5\%$ . Саме формування такого композиту забезпечує зменшення ТКЛР порівняно з епоксидною матрицею в 1,9 ... 2,4 рази. Аналіз результатів дослідження полімерних композиційних матеріалів під впливом теплового поля в інтервалі температур 303 ... 473 К свідчить про те, що ТКЛР полімерної матриці і розроблених композиційних матеріалів не сильно відрізняються, а значення досліджуваних характеристик знаходяться в межах  $\Delta\alpha = (10,6 \dots 10,9) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Це дозволяє констатувати про значне збільшення вільного об'єму в таких матеріалах за рахунок руйнування фізичних зв'язків та збільшення рухливості макромолекул епоксидного полімеру. На наш погляд, експлуатація розроблених матеріалів для такого температурного діапазону недоцільна.

Ключові слова: епоксидний композит, теплостійкість, термічний коефіцієнт лінійного розширення, усадка.

А.В. БУКЕТОВ

Херсонская государственная морская академия

ORCID: 0000-0001-9836-3296

О.Н. СИЗОНЕНКО

Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, г. Николаев

Р.Ю. НЕГРУЦА

Херсонская государственная морская академия

Е.В. ЛИПЯН

Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, г. Николаев

ORCID: 0000-0001-9483-1793

А.С. ТОРПАКОВ

Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, г. Николаев

ORCID: 0000-0002-9805-3914

Н.Н. БУКЕТОВА

Херсонская государственная морская академия

ORCID: 0000-0002-7670-6590

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭПОКСИКОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ СИНТЕЗИРОВАННОЙ ПОРОШКОВОЙ ТИТАНО-АЛЮМИНИЕВОЙ ШИХТОЙ

*В работе установлено критическую концентрацию синтезированной высоковольтным электроразрядом порошковой титано-алюминиевой шихты, введение которой обеспечивает снижение термического коэффициента линейного расширения разработанных композитов по сравнению с исходной эпоксидной матрицей. При этом усадка композитов уменьшается существенно. Установлены абсолютные значения термического коэффициента линейного расширения материалов, которые возможно использовать в разных температурных диапазонах. Интересным с научной и практической точки зрения является анализ диапазона температур, который охватывает область стеклования полимерных композитов.*

*Установлено, что для формирования композитных материалов с повышенными показателями теплофизических свойств, целесообразно использовать наполнитель в количестве  $q = 0,05...2,00$  масс.ч. Такой материал характеризуется высокой энергией активации, устойчивостью к структурным преобразованиям при максимальных температурах и интенсивным взаимодействием функциональных групп наполнителя и эпоксидного олигомера во время структурообразования на молекулярном уровне. На основе проведенных испытаний теплофизических свойств разработанных эпоксикомпозитов установлены допустимые пределы температуры, при которых возможно использовать материалы в виде покрытий.*

*Для формирования композиционных материалов или защитных покрытий с улучшенными теплофизическими свойствами целесообразно вводить синтезированный порошок титан-алюминиевой шихты в количестве  $q = 0,5\%$  в эпоксидное связующее в качестве наполнителя на  $q = 100\%$  эпоксидного олигомерного связующего. Формирование такого материала позволяет повысить термостойкость (по Мартенсу) по сравнению с обработанной ультразвуком эпоксидной матрицей от  $T = 341$  К до  $T = 360$  К, а температура стеклования от  $T_c = 327$  К до  $T_c = 346$  К. Считается, что это связано с влиянием дисперсного наполнителя на формирование микроструктуры гетерогенных композитов. Дисперсный наполнитель активно взаимодействует с макромолекулами эпоксидного связующего, что, как следствие, повышает когезионную прочность композитов. В результате увеличивается степень желатинизации материалов, что обеспечивает улучшение теплофизических свойств разработанных материалов.*

*Экспериментально установлено, что наименьшими показателями теплового коэффициента линейного расширения среди всего спектра исследуемых температурных диапазонов являются материалы, содержащие наполнитель в количестве  $q = 0,5\%$ . Именно образование такого композита обеспечивает уменьшение ТКЛР по сравнению с эпоксидной матрицей в 1,9 ... 2,4 раза. Анализ результатов исследования полимерных композиционных материалов под воздействием теплового поля в интервале температур 303 ... 473 К свидетельствует о том, что ТКЛР полимерной матрицы и разработанных композиционных материалов не сильно отличаются, а значения исследуемых характеристик находятся в пределах  $\Delta\alpha = (10,6 ... 10,9) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Это позволяет констатировать о значительном увеличении свободного объема в таких материалах за счет разрушения физических связей и увеличения подвижности макромолекул эпоксидного полимера. На наш взгляд, эксплуатация разработанных материалов для такого температурного диапазона нецелесообразна.*

*Ключевые слова: эпоксидный композит, термостойкость, термический коэффициент линейного расширения, усадка.*

A.V. BUKETOV

Kherson State Maritime Academy

ORCID: 0000-0001-9836-3296

O.N. SIZONENKO

Institute of Impulse Processes and Technologies of NAS of Ukraine, Nikolaev

R.Yu. NEGRUTSA

Kherson State Maritime Academy

E.V. LIPYAN

Institute of Impulse Processes and Technologies of NAS of Ukraine, Nikolaev

ORCID: 0000-0001-9483-1793

A.S. TORPAKOV

Institute of Impulse Processes and Technologies of NAS of Ukraine, Nikolaev

ORCID: 0000-0002-9805-3914

N.N. BUKETOVA

Kherson State Maritime Academy

ORCID: 0000-0002-7670-6590

### INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF EPOXYCOMPOSITES FILLED WITH SYNTHESIZED POWDER TITANIUM-ALUMINUM CHARGE

*The critical concentration of the powder titanium-aluminum charge synthesized by high-voltage electric discharge was established. The introduction of this charge provides a decrease in the thermal coefficient of linear expansion of the developed composites in comparison with the original epoxy matrix. In this case, the shrinkage of composites is reduced significantly. Absolute values of thermal coefficient of linear expansion of materials which can be used in different temperature ranges are established. Interesting from a scientific and practical point of view is the analysis of the temperature range, which covers the area of glass transition of polymer composites.*

*It is established that for the formation of composite materials with increased thermal properties, it is advisable to use a filler in the amount of  $q = 0.05...2.00$  % such a material is characterized by high activation energy, resistance to structural transformations at maximum temperatures and intensive interaction of functional groups of filler and epoxy oligomer during structure formation at the molecular level. On the basis of the tests of the thermophysical properties of the developed epoxy composites, the permissible temperature limits at which it is possible to use materials in the form of coatings are established.*

*For the formation of composite materials or protective coatings with improved thermophysical properties, it is advisable to introduce a synthesized powder titanium-aluminum charge in the amount of  $q = 0.5$  % into the epoxy binder as a filler on  $q = 100$  % epoxy oligomer type. The formation of such a material allows to increase the heat resistance (according to Martens) in comparison with the ultrasound-treated epoxy matrix from  $T = 341$  K to  $T = 360$  K, and the glass transition temperature from  $T_S = 327$  K to  $T_S = 346$  K. Believed that this is due to the influence of the dispersed filler on the formation of the microstructure of heterogeneous composites. The dispersed filler actively interacts with the macromolecules of the epoxy binder, and this, as a consequence, improves the cohesive strength of the composites. As a result, the degree of gelatinization of materials increases, which provides for the improvement of the thermophysical properties of the developed materials.*

*It is experimentally established that the lowest indices of the thermal coefficient of linear expansion among the entire spectrum of the studied temperature ranges are materials that contain filler in the amount of  $q = 0.5$  %. That the formation of such a composite provides a decrease in TCLR compared to the epoxy matrix of 1.9...2.4 times. Analysis of the results of the study of polymer composites under the influence of a thermal field in the temperature range 303...473 K suggests that the TCLR of the polymer matrix and the developed composites do not differ much, and the values of the studied characteristics are within  $\Delta\alpha = (10,6...10,9) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . This allows us to state a significant increase in the free volume in such materials due to the destruction of physical bonds and increased mobility due to this macro-chains of the epoxy polymer. In our opinion, the operation of the developed materials for such a temperature range is not appropriate.*

*Keywords: epoxy composite, heat resistance, thermal coefficient of linear expansion, shrinkage.*

#### Постановка проблеми

Аналіз літератури [1-10] показує, що важливим при прогнозуванні властивостей композитів для захисту технологічного устаткування транспортної галузі має вибір матеріалів і способів їх модифікації. Виходячи з властивостей захисних матеріалів для транспортної галузі, важливим є як вибір матриці, так і наповнювачів, призначених для підсилення структури нових гетерогенних систем.

Враховуючи основні властивості важливим є забезпечення теплофізичних характеристик композитів, які можуть видозмінюватись під впливом теплового поля. Актуальним на сьогодні є не лише

прогнозоване введення будь-яких (активних чи неактивних) інгредієнтів у зв'язувач для покращення характеристик матеріалів, але й виявлення водночас механізмів перебігу фізико-механічних процесів саморегулювання систем. Особливо це стосується аморфних матеріалів, структуру яких дослідити не лише важко, але й практично не можливо. Особливо при впливі термічних і водночас динамічних силових факторів, оскільки це завдання стоїть на порядку денному у створенні новітніх композитів та покриттів на їх основі з оптимальними і наперед заданими експлуатаційними, у тому числі, і теплофізичними властивостями.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз публікацій на сьогодні дозволяє констатувати про дуже широкий спектр у властивостях, особливо теплофізичних, композитів на основі епоксидних матриць. Останні широко використовують для захисту устаткування у транспорті.

Зрозуміло, що вибір інгредієнтів у технології формування захисних покриттів мають вирішальне значення для створення адгезивів з підвищеними показниками теплофізичних властивостей. Водночас лише комплексний підхід у дослідженні властивостей матеріалів дозволить встановити оптимальний вміст добавки для створення композитних матеріалів (КМ) з поліпшеними властивостями у комплексі.

Актуальним у цьому контексті є вибір наповнювача, який забезпечить у комплексі поліпшення експлуатаційних характеристик полімерних композитів. На наш погляд, такий підхід, що враховує активність наповнювача до полімерної матриці, технологічні режими полімеризації, співмірність результатів дослідження у лабораторних і природних умовах дозволить створювати новітні матеріали і покриття на їх основі з наперед заданим комплексом експлуатаційних характеристик.

#### Формулювання мети дослідження

Мета роботи – дослідити вплив вмісту порошкової титано-алюмінієвої шихти на теплофізичні властивості епоксикомпозитних матеріалів.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Як основний компонент для зв'язувача при формуванні епоксидних КМ вибрано епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), який характеризується високою адгезійною та когезійною міцністю, незначною усадкою і технологічністю при нанесенні на поверхні складного профілю. Для зшивання епоксидних композицій використано твердник поліетиленполіамін ПЕПА (ТУ 6-05-241-202-78), що дозволяє затверджувати матеріали при кімнатних температурах. ПЕПА є низькомолекулярною речовиною, яка складається з таких взаємозв'язаних компонентів:  $[-CH_2-CH_2-NH-]_n$ . Зшивали КМ, вводячи твердник у композицію при стехіометричному співвідношенні компонентів за вмісту (мас.ч.) – ЕД-20 : ПЕПА – 100 : 10.

Як мікродисперсний наповнювач для експериментальних досліджень використано синтезовану порошкову титано-алюмінієву шихту (ПТАШ). Формування наповнювача проводили високовольтним електророзрядним (ВЕР) синтезом. Для високовольтного електророзрядного синтезу наповнювача використовували дослідний стенд, описаний у роботах [7-9]. У вигляді вихідного матеріалу використовували суміш порошків наступного вихідного складу: Al (15 %) + Ti (85 %). При дослідженні накопичена енергія одиничного розряду ( $W_1$ ) становила 1 кДж, а інтегральна питома енергія оброки ( $W_{\text{пит}}$ ) становила 25 МДж/кг. У процесі досліджень виконували варіювання розподілом електричного поля та плазмових утворень у об'ємі розрядної камери шляхом використання 3-вістрійної конструкції електродної системи.

Таблиця 1

Результати ВЕР-синтезу наповнювача

Вихідний склад	Склад після ВЕР-синтезу	Електродна система	Діаметр після обробки, $d$ , мкм		
			$d_{\text{мін}}$	$d_{\text{макс}}$	$d_{\text{сер}}$
Al (15 %) + Ti (85 %)	Ti (75 %) + Al <sub>3</sub> Ti (15 %), Ti <sub>3</sub> AlC <sub>2</sub> (10 %)	3	~1	122	9,5

Використання різних електродних систем дозволило керувати розподілом інтенсивності впливу основних факторів ВЕР [7]. Так, якщо у випадку використання 1-вістрійної системи більша частка накопиченої енергії трансформувалась у ударні хвилі, то використання 15-вістрійної системи дозволяє підвищити інтенсивність впливу термічних та струмових факторів. Результати досліджень показали, що у результаті ВЕР-обробки відбулось подрібнення усіх оброблених часток та зміна їх фазового складу із синтезом високомодульних сполук Ti, Al<sub>3</sub>Ti і Ti<sub>3</sub>AlC<sub>2</sub> (табл. 1).

Епоксидні композити формували за такою технологією [1, 2, 10]: підігрівання смоли до температури  $T = 353 \pm 2$  К і витримка при даній температурі впродовж часу  $\tau = 20 \pm 0,1$  хв; гідродинамічне суміщення олігомеру і часток наповнювача впродовж часу  $\tau = 10 \pm 0,1$  хв; ультразвукова



обробка (УЗО) композиції впродовж часу  $\tau = 1,5 \pm 0,1$  хв; охолодження композиції до кімнатної температури впродовж часу  $\tau = 60 \pm 5$  хв; введення твердника і перемішування композиції впродовж часу  $\tau = 5 \pm 0,1$  хв. Затверджували КМ за режимом: формування зразків та їх витримання впродовж часу  $\tau = 12,0 \pm 0,1$  год за температури  $T = 293 \pm 2$  К, нагрівання зі швидкістю  $v = 3$  К/хв до температури  $T = 393 \pm 2$  К, витримання впродовж часу  $\tau = 2,0 \pm 0,05$  год, повільне охолодження до температури  $T = 293 \pm 2$  К. З метою стабілізації структурних процесів у композиті зразки витримували впродовж часу  $\tau = 24$  год на повітрі за температури  $T = 293 \pm 2$  К з наступним проведенням експериментальних випробувань.

У роботі досліджували термічний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) і теплостійкість ( $T$ ) КМ. Теплостійкість (за Мартенсом) КМ визначали згідно з ГОСТ 21341-75. Термічний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) матеріалів розраховували за кривою залежності відносної деформації від температури. Відносну деформацію визначали за зміною довжини зразка при підвищенні температури (ГОСТ 15173-70).

На першому етапі дослідження аналізували теплостійкість (за Мартенсом) ( $T$ ) і температуру склування ( $T_c$ ) епоксидних композитів залежно від вмісту в них синтезованої порошкової титано-алюмінієвої шихти (ПТАШ). Експериментально встановлено (рис. 1), що теплостійкість вихідної (немодифікованої), однак обробленої ультразвуком, епоксидної матриці становить  $T = 341$  К. Показано (рис. 1, крива 1), що введення наповнювача навіть за незначного вмісту ( $q = 0,05$  мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20) забезпечує суттєве підвищення показників теплостійкості розроблених матеріалів. У цьому випадку формується композит з теплостійкістю –  $T = 352$  К, що на  $\Delta T = 11$  К перевищує аналогічний показник для полімерної матриці. Максимум на кривій залежності «теплостійкість – вміст мікродисперсного наповнювача» спостерігали для композиту, який містить ПТАШ у кількості  $q = 0,50$  мас.ч. За такого наповнення формується матеріал із показником теплостійкості  $T = 360$  К. Надалі збільшення вмісту дисперсних часток призводить до монотонного зменшення досліджуваних показників і за вмісту ПТАШ у кількості  $q = 2,00$  мас.ч. формується матеріал з теплостійкістю  $T = 349$  К. Отримані результати можна пояснити впливом дисперсного наповнювача на формування мікроструктури гетерогенних композитів. За результатами дослідження фізико-механічних властивостей розроблених матеріалів доведено, що даний наповнювач активно взаємодіє з макромолекулами епоксидного зв'язувача, а це, як наслідок, поліпшує когезійну міцність композитів. В результаті підвищується ступінь гелеутворення матеріалів, що передбачає покращення теплофізичних властивостей КМ. За вмісту часток у кількості  $q = 0,50$  мас.ч. максимальна кількість полімеру переходить у стан зовнішніх поверхневих шарів навколо поверхні добавки. Такі шари відзначаються підвищеними показниками міцності порівняно з полімером у об'ємі. Це приводить до підвищення теплостійкості епоксидних композитів. Надмірна кількість наповнювача у зв'язувачі (у нашому випадку за вмісту добавки у кількості  $q = 0,75 \dots 2,00$  мас.ч.) спричиняє неповне змочування дисперсних часток, що погіршує когезійні властивості КМ і призводить відповідно до зменшення показників теплостійкості.

Отримані результати дослідження аналізували в комплексі з аналогічними результатами випробувань температури склування ( $T_c$ ) розроблених композитів. Експериментально встановлено (рис. 1), що температура склування вихідної, але обробленої ультразвуком, епоксидної матриці становить  $T_c = 327$  К. Введення наповнювача у кількості  $q = 0,05$  мас.ч. приводить до підвищення температури склування від  $T_c = 327$  К (для епоксидної матриці) до  $T_c = 343$  К. Максимальні показники температури склування серед усіх досліджуваних матеріалів спостерігали для КМ із вмістом часток у кількості  $q = 0,50$  мас.ч. У такому випадку формується композит, у якого  $T_c = 346$  К. Аналогічно до попередніх досліджень динаміки теплостійкості композитів залежно від вмісту мікродисперсних часток наповнення КМ добавкою понад критичного рівня призводить до погіршення теплофізичних властивостей матеріалів. Доведено (рис. 1, крива 2), що за вмісту часток  $q = 2,00$  мас.ч. температура склування матеріалу становить  $T_c = 343$  К. Отже, можна стверджувати, що залежності теплостійкості і температури склування від вмісту досліджуваного наповнювача повністю корелюють. Виходячи з результатів дослідження встановлено оптимальний вміст мікродисперсного наповнювача у епоксидному композиті. Показано, що введення у епоксидний зв'язувач часток синтезованої порошкової титано-алюмінієвої шихти у кількості  $q = 0,5$  мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20 забезпечує підвищення теплостійкості від  $T = 341$  К (для епоксидної матриці) до  $T = 360$  К, при цьому температура склування матеріалів збільшується від  $T_c = 327$  К до  $T_c = 346$  К.

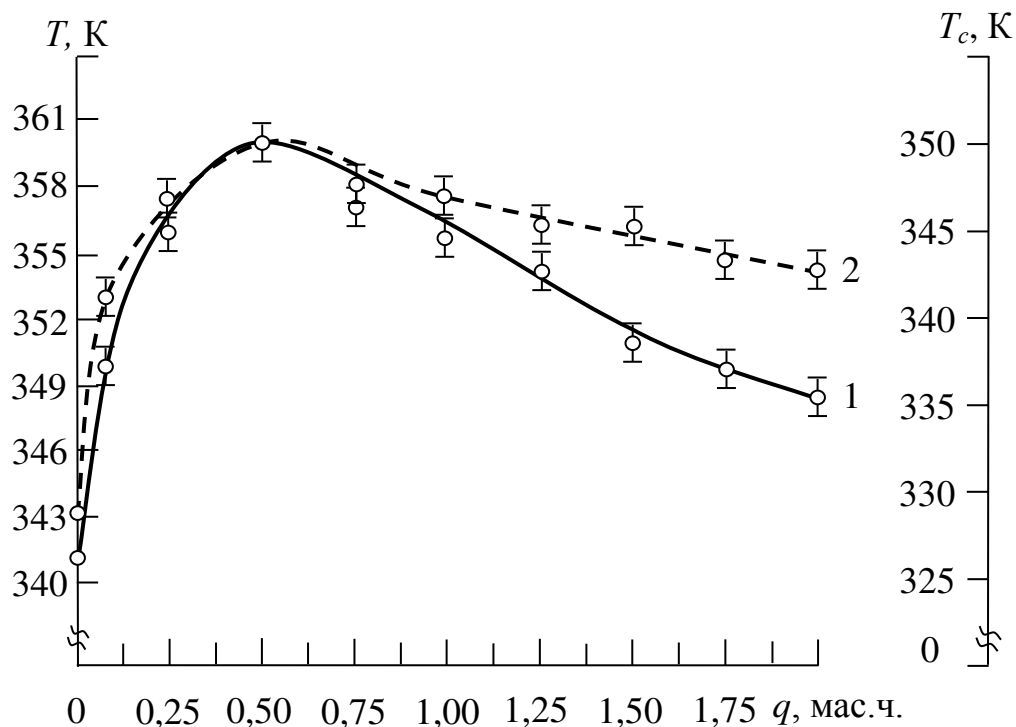


Рис. 1. Залежність теплофізичних властивостей епоксидних КМ від вмісту мікродисперсного наповнювача ПТАШ: 1 – теплостійкість (T); 2 – температура склування (T<sub>c</sub>)

На наступному етапі досліджували термічний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) епоксидних композитів (рис. 2). Попередньо встановлено, що ТКЛР обробленої ультразвуком епоксидної матриці у діапазоні температур  $\Delta T = 303 \dots 323$  К становить  $\alpha = 6,3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  (табл. 2). Введення дисперсних мікрочасток наповнювача ПТАШ забезпечує зменшення ТКЛР КМ до  $(\alpha = 2,6 \dots 3,3) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . При цьому найменше значення ТКЛР ( $\alpha = 2,6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ) спостерігали для композиту, що містить частки наповнювача у кількості на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20.

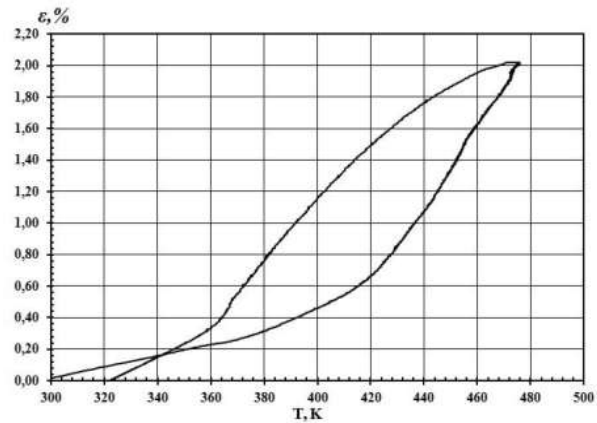
У температурному діапазоні досліджень  $\Delta T = 303 \dots 373$  К спостерігали аналогічну картину. Уведення наповнювача приводить до зменшення ТКЛР КМ від  $\alpha = 6,8 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  до  $\alpha = (3,2 \dots 3,8) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ , а найсуттєвіше зменшення показників даної характеристики ( $\alpha = 3,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ) стосовно полімерної матриці відзначено також для композиту із добавкою у кількості  $q = 0,50$  мас.ч.

Аналіз результатів досліджень у області температур  $\Delta T = 303 \dots 423$  К показує, що ТКЛР КМ порівняно з епоксидною матрицею зменшується суттєво (від  $\alpha = 9,9 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  до  $\alpha = (5,2 \dots 5,4) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ). Водночас слід зазначити, що різниця між значеннями ТКЛР зразків з різною кількістю часток практично відсутня, позаяк різниця складає  $\Delta\alpha = 0,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Можна зробити висновок, що у області підвищених температур (понад температури склування КМ) вплив наповнювача не є суттєвим, а визначальне значення має поведінка полімеру у об'ємі та у зовнішніх поверхневих шарах навколо дисперсних часток.

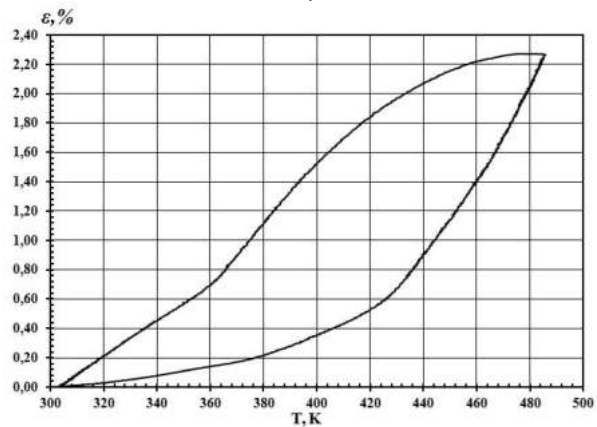
Таблиця 2

Термічний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) КМ при різних температурних діапазонах дослідження

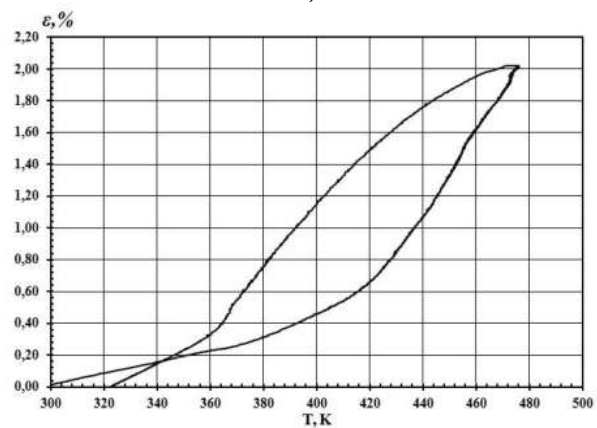
№	Вміст наповнювача ПТАШ, q, мас.ч.	Термічний коефіцієнт лінійного розширення, $\alpha \times 10^{-5}, \text{ K}^{-1}$			
		Температурні діапазони дослідження, $\Delta T, \text{ K}$			
		303...323	303...373	303...423	303...473
1	–	6,3	6,8	9,9	10,9
2	0,05	3,3	3,4	5,3	10,8
3	0,50	2,6	3,2	5,2	10,6
4	2,00	3,3	3,8	5,4	10,7



а)



б)



в)

Рис. 2. Дилатометричні криві КМ із різним вмістом мікродисперсного наповнювача ПТАШ:

а)  $q = 0,05$  мас.ч.;б)  $q = 0,50$  мас.ч.;в)  $q = 2,00$  мас.ч.

На завершальному етапі проводили аналіз поведінки полімерних композитів під впливом теплового поля у області температур  $\Delta T = 303 \dots 473$  К. Експериментально встановлено (табл. 2), що показники ТКЛР полімерної матриці і розроблених композитів практично не відрізняються, а значення досліджуваної характеристики знаходяться у межах  $\Delta \alpha = (10,6 \dots 10,9) \times 10^{-5} \text{ К}^{-1}$ . Це дозволяє стверджувати про значне збільшення вільного об'єму у таких матеріалах внаслідок руйнування фізичних зв'язків і підвищеної за рахунок цього рухливості макроланцюгів епоксидного полімеру. На наш погляд, експлуатація розроблених матеріалів за такого діапазону температур не є доцільною.

#### Висновки

1. Для формування композитних матеріалів чи захисних покриттів з поліпшеними теплофізичними властивостями у епоксидний зв'язувач доцільно вводити як наповнювач синтезовану порошкову титано-алюмінієву шихту у кількості  $q = 0,5$  мас.ч. на  $q = 100$  мас.ч. епоксидного олігомеру

ЕД-20. Формування такого матеріалу дозволяє підвищити теплостійкість (за Мартенсом) порівняно з обробленою ультразвуком епоксидною матрицею від  $T = 341$  К до  $T = 360$  К, а температуру склування від  $T_c = 327$  К до  $T_c = 346$  К. Вважали, що це зумовлено впливом дисперсного наповнювача на формування мікроструктури гетерогенних композитів. Дисперсний наповнювач активно взаємодіє з макромолекулами епоксидного зв'язувача, а це, як наслідок, поліпшує когезійну міцність композитів. У результаті підвищується ступінь гелеутворення матеріалів, що передбачає покращення теплофізичних властивостей розроблених матеріалів.

2. Експериментально встановлено, що найменшими показниками термічного коефіцієнту лінійного розширення серед усього спектру досліджуваних діапазонів температур відзначаються матеріали, які містять наповнювач у кількості  $q = 0,5$  мас.ч. Доведено, що формування такого композиту забезпечує зменшення ТКЛР порівняно з епоксидною матрицею у 1,9...2,4 рази. Зокрема, відзначено зменшення ТКЛР:

- у діапазоні температур  $\Delta T = 303...323$  К від  $\alpha = 6,3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  до  $\alpha = 2,6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ;
- у діапазоні температур  $\Delta T = 303...373$  К від  $\alpha = 6,8 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  до  $\alpha = 3,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ;
- у діапазоні температур  $\Delta T = 303...423$  К від  $\alpha = 9,9 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  до  $\alpha = 5,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

Аналіз результатів дослідження полімерних композитів під впливом теплового поля у області температур  $\Delta T = 303...473$  К дозволяє стверджувати, що показники ТКЛР полімерної матриці і розроблених композитів практично не відрізняються, а значення досліджуваної характеристики знаходяться у межах  $\Delta\alpha = (10,6...10,9) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Це дозволяє констатувати про значне збільшення вільного об'єму у таких матеріалах внаслідок руйнування фізичних зв'язків і підвищеної за рахунок цього рухливості макроланцюгів епоксидного полімеру. На наш погляд, експлуатація розроблених матеріалів за такого діапазону температур не є доцільною.

#### Список використаної літератури

1. Букетов А.В. Прочность сцепления при отрыве и сдвиге эпоксидных нанокompозитных покрытий, наполненных ультрадисперсным алмазом / А.В.Букетов, Н.А.Долгов, А.А.Сапронов, В.Д.Нигалатий // Проблемы прочности.- 2018.- №3.- С.71-78.
2. Букетов А.В. Дослідження адгезійних властивостей модифікованих 4-амінобензойною кислотою полімерних композитних матеріалів / А.В.Букетов, А.Г.Кулініч, В.М.Гусев, С.О.Сметанкін, В.М.Яцюк // Наукові нотатки. - Луцьк: ЛНТУ.- Вип. 63. – 2018.– С. 34-39.
3. Чернин И.З. Эпоксидные полимеры и композиции / И.З. Чернин, Ф.М. Смехов, Ю.В. Жердев. – М.: Химия, 1982. – 232 с.
4. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю.А.Михайлин. – С-Пб.: Научные основы и технологии, 2009. – 660 с.
5. Iurzhenko M. Welding and welded joints of the heat-resistant plastics / M.Iurzhenko, V.Demchenko, M.Korab, A.Galchun, V.Kondratenko, V.Anistratenko, Yu.Litvinenko, R.Kolisnyk // 2017 IEEE Applied Physics and Engineering, 2017, IEEE Catalog Number: CFP17YSF-ART. – P. 163-166.
6. Demchenko V. Relaxation behavior of polyethylene welded joints / V.Demchenko, M.Iurzhenko, A.Shadrin, A.Galchun // Nanoscale Research Letters. – 2017.– N 12.- P. 280-285.
7. Sizonenko O. Variation in the particle size of Fe-Ti-B<sub>4</sub>C powders induced by high-voltage electrical discharge / O.Sizonenko, G.Baglyuk, A.Torpakov and other // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2012. – Vol 51, Issue 3. – P. 129-136.
8. Syzonenko O. Method of preparation of blend for aluminium matrix composites by high voltage electric discharge / O.Syzonenko, E.Shererii, S.Prokhorenko and other // Composites by high voltage electric discharge. Machines. Technologies. Materials. – 2017. – Vol. 11, Issue 4. – P. 171-173.
9. Сизоненко О.Н. Моделирование и анализ электроразрядных процессов в слое порошка Ti в керосине / О.Н.Сизоненко, В.А.Трегуб, Э.И.Тафтай // Вісник українського матеріалознавчого товариства. Київ. – 2014. – Вип. 7. – С. 55-61.
10. Букетов А.В. Вплив модифікатора 4-амінобензойної кислоти на фізико-механічні властивості епоксидних композитних матеріалів / А.В.Букетов, А.Г.Кулініч, В.М.Гусев, С.О.Сметанкін, В.М.Яцюк // Вісник ХНТУ. – 2018. - № 2 (65). – С. 19-26.

#### References

1. A. V. Buketov, N. A. Dolgov, A. A. Saponov, and V. D. Nigalatiy, "Prochnost' stsepleniya pri otryve i sdvige epoksidnykh nanokompозитnykh pokrytiy, napolnennykh ul'tradispersnym almazom [Adhesion at separation and shear of epoxy nanocomposite coatings filled with ultrafine diamond]," Probl. prochnosti, vol. 3, pp. 71–78, 2018.
2. A. V. Buketov, A. G. Kulnich, V. M. Gusev, S. A. Smetankin, and V. M. Yatsyuk, "Doslidzhennya adheziynykh vlastyvostey modyfikovanykh 4-aminobenzoynoyu kyslotoyu polimernykh kompozitnykh materialiv [Research of adhesion properties of modified 4-aminobenzoic acid polymer composite materials]," Nauk. notatky, vol. 63, pp. 34–39, 2018.

3. I. Z. Chernin, F. M. Smekhov, and Y. V. Zherdev, *Epoksidnyye polimery i kompozitsii* [Epoxy polymers and compositions]. Moskva: Khimiya, 1982.
4. Y. A. Mikhaylin, *Spetsial'nyye polimernyye kompozitsionnyye materialy* [Special polymer composites]. S-Pb.: Nauchnyye osnovy i tekhnologii, 2009.
5. M. Lurzhenko et al., "Welding and welded joints of the heat-resistant plastics," in 2017 IEEE International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF), 2017, pp. 163–166.
6. V. Demchenko, M. Iurzhenko, A. Shadrin, and A. Galchun, "Relaxation behavior of polyethylene welded joints," *Nanoscale Res. Lett.*, vol. 12, no. 1, p. 280, Dec. 2017.
7. O. N. Sizonenko et al., "Variation in the particle size of FE–Ti–B4C powders induced by high-voltage electrical discharge," *Powder Metall. Met. Ceram.*, vol. 51, no. 3–4, pp. 129–136, Jul. 2012.
8. O. Syzonenko, E. Sheregii, S. Prokhorenko, and A. Torpakov, "Method of preparation of blend for aluminium matrix composites by high voltage electric discharge," *Mach. Technol. Mater.*, vol. 11, no. 4, pp. 171–173, 2017.
9. O. N. Syzonenko, V. A. Trehub, and E. Y. Taftay, "Modelirovaniye i analiz elektrorazryadnykh protsessov v sloye poroshka Ti v kerosine [Modeling and analysis of electric discharge processes in a Ti powder layer in kerosene]," *Visnyk ukrayins'koho Mater. tovarystva*, vol. 7, pp. 55–61, 2014.
10. A. V. Buketov, A. G. Kulinich, V. M. Gusyev, and S. O. Smetankin, "Vplyv modyfikatora 4-aminobenzoynoi kysloty na fizyko-mekhanichni vlastyvoli epoksydnykh kompozytnykh materialiv [Influence of 4-aminobenzoic acid modifkator on physico-mechanical properties of epoxy composite materials]," *Visnyk KHNTU*, vol. 2(65), pp. 19–26, 2018.

УДК 62-6: 621.43

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.3](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.3)

А.А. ЄГОРОВ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-1023-054X

П.Н. КУЛИЧЕНКО

ТОВ “Hyundai Автопланета”, м. Херсон  
ORCID: 0000-0003-3549-6520

С.А. РУСАНОВ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-1003-4867

О.О. ЛОБОВ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-8486-3847

## ВИКОРИСТАННЯ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНИХ ПРОФІЛІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ

В даній роботі представлено проекти трьох зразків спойлерів для поліпшення аеродинамічних характеристик автомобіля для команди з драг-рейсингу “Авто-Макс” на прикладі автомобіля BMW E46. Побудовані детальні САД-моделі для автомобіля, що розглядається, та модель, адаптована до CFD-розрахунків. Проведено комп'ютерне моделювання продувки автомобіля за методами обчислювальної аеродинаміки для визначення аеродинамічних характеристик з метою порівняння для вибору найкращого варіанту та подальшої модифікації. Проведено сесії продувки автомобілів з урахуванням внесених змін, що включають в себе крім установки спойлерів трьох варіантів (таких як *fin spoiler* – перший варіант виконання, *wing spoiler* – другий варіант виконання, *disk tail spoiler* – третій варіант виконання) також варіант з повністю закритим фендерами колесом. Порівняння проводилися за співставленням сил аеродинамічного опору та відповідних коефіцієнтів аеродинамічного опору. Крім того, враховувались підйомні сили. Було отримано, що спойлери за другим та третім варіантами виконання дають помітне поліпшення аеродинамічних характеристик автомобіля BMW E46. Чисельні розрахунки проводились в САЕ-системах за *k-ε* моделлю турбулентності. Для розрахунків була використана неструктурована сітка з тетраедричними елементами з додатково побудованим шаром призматичних комірок для врахування пограничного шару з контролем збіжності розрахунків за параметром  $y^+$ . Результати постпроцесору представлено у вигляді відповідно графіків тиску, ліній току, та перерахунку коефіцієнту аеродинамічного опору. За результатами досліджень візуалізовано процес віддалення точки відриву, перерозподіл ізоліній тиску та зміну вихрової картини за автомобілем. За рахунок правильно підібраних спойлерів вдається знизити коефіцієнт аеродинамічного опору з 0,315 для не модифікованого варіанту до 0,272 зі спойлером типу *disk tail* (третій варіант виконання).

**Ключові слова:** аеродинаміка автомобіля, спойлери, аеродинамічні характеристики, аеродинамічний опір, комп'ютерне моделювання, *k-ε* модель турбулентності.

А.А. ЕГОРОВ

Херсонский национальный технический университет  
ORCID: 0000-0003-1023-054X

П.Н. КУЛИЧЕНКО

ТОВ “Hyundai Автопланета”, г. Херсон  
ORCID: 0000-0003-3549-6520

С.А. РУСАНОВ

Херсонский национальный технический университет  
ORCID: 0000-0002-1003-4867

А.А. ЛОБОВ

Херсонский национальный технический университет  
ORCID: 0000-0001-8486-3847

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНЫХ ПРОФИЛЕЙ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

В данной работе представлены проекты трех образцов спойлеров для улучшения аэродинамических характеристик автомобиля для команды по драг-рейсингу “Авто-Макс” на примере автомобиля BMW E46. Построены детальные САД-модели для рассматриваемого автомобиля и модель, адаптированная для CFD-расчетов. Проведено компьютерное моделирование продувки автомобиля в соответствии с методами вычислительной аэродинамики для определения

аэродинамических характеристик с целью сравнения для выбора наилучшего варианта и дальнейшей модификации. Проведены сессии продувки автомобиля с учетом внесенных изменений, которые включают в себя кроме установки спойлеров трех вариантов (таких как *fin spoiler* – первый вариант исполнения, *wing spoiler* – второй вариант исполнения, *duck tail spoiler* – третий вариант исполнения) также вариант с полностью закрытым фендерами колесом. Сравнение проводилось по сопоставлению сил аэродинамического сопротивления и соответствующих коэффициентов аэродинамического сопротивления. Кроме того, учитывались подъемные силы. Было получено, что спойлеры по второму и третьему вариантам исполнения дают заметное улучшение аэродинамических характеристик автомобиля BMW E46. Численные расчеты проводились в САЕ-системах в соответствии с  $k$ - $\epsilon$  моделью турбулентности. Для расчетов была использована неструктурированная сетка с тетраэдрическими элементами с дополнительно построенным слоем призматических ячеек для учета пограничного слоя с контролем сходимости расчетов по параметру  $y^+$ . Результаты постпроцессора представлены в виде соответственно графиков давления, линий тока, и перерасчета коэффициента аэродинамического сопротивления. По результатам исследований визуализированы процесс отдаления точки отрыва, перераспределение изолиний давления и изменение вихревой картины за автомобилем. За счет правильно подобранных спойлеров удается снизить коэффициент аэродинамического сопротивления с 0,315 для немодифицированного варианта до 0,272 со спойлером типа *duck tail* (третий вариант исполнения).

*Ключевые слова:* аэродинамика автомобиля, спойлеры, аэродинамические характеристики, аэродинамическое сопротивление, компьютерное моделирование,  $k$ - $\epsilon$  модель турбулентности.

A.A. EGOROV

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-1023-054X

P.N. KULICHENKO

“Hyundai Автопланета”, Kherson  
ORCID: 0000-0003-3549-6520

S.A. RUSANOV

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-1003-4867

A.A. LOBOV

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0001-8486-3847

### USE OF COMPLEX PROFILE PARTS TO REDUCE THE AERODYNAMIC RESISTANCE

*This paper presents projects of three samples of spoilers for improving the aerodynamic characteristics of a car for the drag racing team “Avto-Makss” using the BMW E46 as an example. Detailed CAD-models for the car and a model adapted for CFD calculations were built. Computer modeling of the car blowing was carried out in accordance with the methods of computational aerodynamics to determine the aerodynamic characteristics in order to compare to select the best option and further modification. Car blowing sessions were carried out taking into account the changes made, which include, in addition to installing spoilers of three options (such as *fin spoiler* - the first version, *wing spoiler* - the second version, *duck tail spoiler* - the third version), also with the wheel completely closed with the fenders. The comparison was carried out by comparing the forces of aerodynamic drag and the corresponding drag coefficients. In addition, lifting forces were taken into account. It was found that the spoilers for the second and third versions give a noticeable improvement in the aerodynamic characteristics of the BMW E46. Numerical calculations were performed in CAE-systems in accordance with the  $k$ - $\epsilon$  turbulence model. For calculations, we used an unstructured mesh with tetrahedral elements with an additionally constructed layer of prismatic cells to take into account the boundary layer with control of the convergence of calculations with the parameter  $y^+$ . The results of the post-processor are presented in the form of, respectively, graphs of pressure, streamlines, and recalculation of the drag coefficient. According to the research results, the process of separation of the separation point, the redistribution of pressure isolines and the change in the vortex pattern behind the car are visualized. Due to correctly selected spoilers, it is possible to reduce the drag coefficient from 0.315 for the unmodified version to 0.272 with a duck tail type spoiler (third version).*

*Keywords:* car aerodynamics, spoilers, aerodynamic characteristics, aerodynamic drag, computer simulation,  $k$ - $\epsilon$  turbulence model.

### Постановка проблеми

Аеродинаміка автомобіля є одним з найважливіших факторів, які впливають на широкий спектр показників роботи сучасного транспорту. Від аеродинамічних показників залежить максимальна

швидкість, яку зможе розвивати автомобіль, а також його економічність. У випадку, якщо мова йде про спортивні змагання, треба враховувати ще й можливе появлення підйомної сили, величину якої достатньо складно контролювати. В роботі проводиться аналіз можливості застосування спойлерів різних типів з точки зору покращення аеродинаміки автомобіля.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Найефективніший метод зменшення лобового опору без зміни геометричних параметрів кузову є установка спойлера на задню частину автомобіля [1-7]. Це дозволяє зменшити аеродинамічний опір, що дозволить автомобілю розвинути більшу швидкість та знизити витрату палива завдяки тому, що двигун буде витрачати менше потужності на подолання повітряного опору. Суть застосування спойлерів в тому, що коли вказаний елемент встановлюється на автомобіль, то відсувається точка зриву потоку, завдяки чому зменшується зона низького тиску. Існує багато варіантів виконання спойлерів. У даній роботі представлено три варіанта виконання спойлерів, які є найпоширенішими та частіше усього використовуються на практиці у спортивних змаганнях. Деякі з них використовуються і на звичайних дорожніх автомобілях.

#### Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є поліпшення аеродинамічних характеристик автомобіля BMW E 46 за рахунок використання спойлерів складного профілю, зменшення його лобового опору, а також пошук найкращого рішення для виконання завдання. Подальший етап являє собою проведення досліджень аеродинаміки з розрахуванням аеродинамічного опору автомобіля, визначення найбільш вдалої конструкції спойлера з найбільш високою ефективністю. Дана робота виконана у співпраці з командою з драг-рейсингу "Avto-Makss" на прикладі автомобіля BMW E46.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

У роботі були розглянуті результати розрахункових досліджень аеродинамічних характеристик автомобіля з визначенням його аеродинамічного опору і притисних зусиль автомобіля BMW E46.

Було здійснено чотири сесії продувки комп'ютерної моделі автомобіля BMW E46 з різними модифікаціями спойлерів. Було розраховано автомобіль з трьома видами спойлерів, приклади яких наведено нижче. Комп'ютерне моделювання продувки здійснювалось як процес набігання повітряних потоків на автомобіль з заданою швидкістю (240 км/год). Для виконання такого моделювання була створена 3D-модель автомобіля та певний простір навколо нього по якому повинні проходити повітряні потоки. Було створено декілька варіантів 3D-моделі автомобіля (рис. 1).

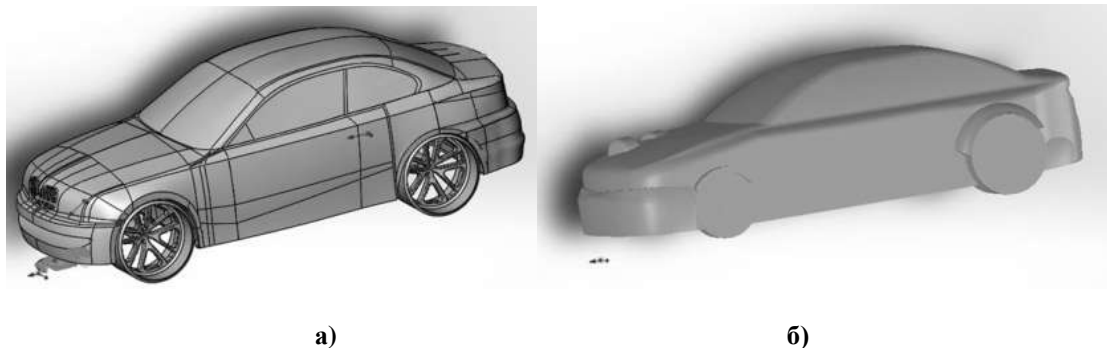


Рис. 1. Базові 3D-моделі автомобіля BMW E46 для розрахунків.

а) – більш детальна 3D-модель без урахування модифікацій, б) – менш детальна 3D-модель з урахуванням модифікацій

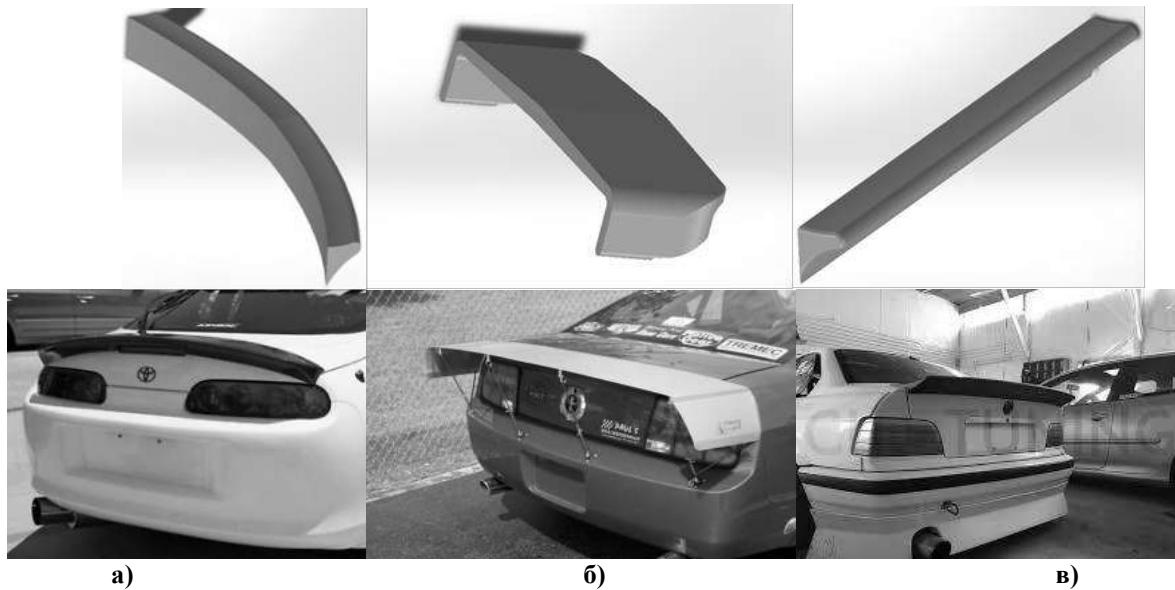
Перша модель більш детально відтворює автомобіль ніж друга. В моделі для аеродинамічного розрахунку нами видалено дрібномасштабні елементи, які б значно ускладнили створення сітки скінченних елементів.

У роботі були розглянуті спойлери трьох видів:

- fin spoiler (перший варіант виконання) представлено у вигляді напівкруглого обода, який встановлюється на задню частину автомобіля, як правило на багажник;
- wing spoiler (другий варіант виконання) має витягнуту форму є продовженням перетину задньої частини автомобіля. Найпопулярніший спойлер в змаганнях класу «Драг-гонки». Має просту конструкцію і порівняно простий у виготовленні;
- duck tail spoiler (третій варіант виконання) має таку ж форму поперечного перерізу, але має пряму форму, встановлюється на задню частину автомобіля, як правило на багажник.

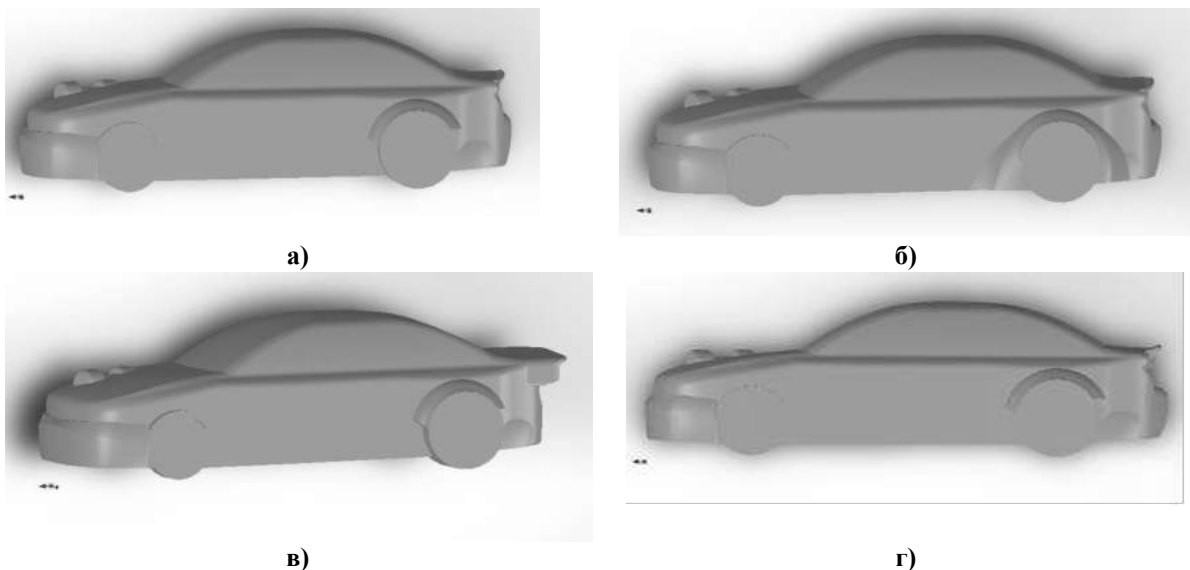
Геометрія спойлерів представлена на рис. 2.





**Рис. 2. Варіанти спойлерів, які представлені в роботі.**  
**а) – fin spoiler (перший варіант виконання), б) – wing spoiler (другий варіант виконання),**  
**в) – duck tail spoiler (третій варіант виконання)**

Нижче представлені 3D-моделі автомобілів зі встановленими спойлерами, розрахунок яких було проведено у даній роботі (рис. 3).



**Рис. 3. 3D-моделі автомобіля BMW E46 з урахуванням спойлерів.**  
**а) – варіант зі спойлером типу fin spoiler (перший варіант виконання), б) - варіант зі спойлером**  
**типу fin spoiler (перший варіант виконання) та закритими фендерами, в) – варіант зі спойлером**  
**типу wing spoiler (другий варіант виконання),**  
**г) - варіант зі спойлером типу duck tail (третій варіант виконання)**

Було проведено дослідження аеродинамічних характеристик цих варіантів для визначення найкращого з точки зору мінімальності сили аеродинамічного опору та підйомної сили. Для розрахунку кожна 3D-модель була представлена в скінченно об'ємному вигляді (рис. 4). У даному випадку було використано неструктуровану сітку скінченних елементів, що може адаптуватися до геометрії будь-якої складності.

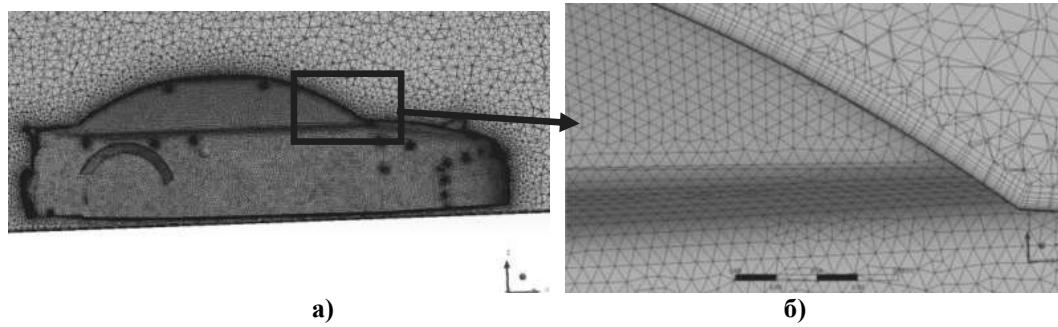


Рис. 4. Сітка скінченних елементів 3D-моделі автомобіля BMW E46.

а) – вид на сітку тетраедричних скінченних елементів автомобіля, б) – вид на призматичні ячійки скінченних елементів

Для моделювання пограничного шару до тетраедричної сітки були додані призматичні ячійки, які охоплюють увесь автомобіль (рис. 4, б). Повторними розрахунками контролювався фактор  $y^+$  [4].

У даному розрахунку використовується  $k-\varepsilon$  модель турбулентності [5]. Стосовно до стаціонарного процесу рівняння складаються як завжди з рівнянь нерозривності та руху (1, 2) (проводиться підсумовування за повторюваними індексами):

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (u_i u_j) = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_i} p^* + \frac{\partial}{\partial x_j} (v_\varepsilon \tau_{ij}) + f_i, \tag{2}$$

де

$$p^* = p + \frac{2}{3} \rho k, \tau_{ij} = \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}, v_\varepsilon = \nu + \nu_t$$

Де  $k$  – питома кінетична енергія турбулентності,  $\text{м}^2/\text{с}^2$ ,  $\nu$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості повітря,  $\text{м}^2/\text{с}$ ,  $\nu_t$  – турбулентна в'язкість,  $\text{м}^2/\text{с}$ ,  $p$  – осереднений тиск, Па,  $u_i$  – осереднені компоненти вектора швидкості в декартовій системі координат,  $\text{м}/\text{с}$ ,  $f_i$  – вектор масових сил,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Для замкнення (1,2) у відповідності з  $k-\varepsilon$  моделлю параметри турбулентності підраховуються з рівнянь:

$$\frac{\partial}{\partial x_j} \left( k u_j - \nu_k \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) = H_k \tag{3}$$

$$\frac{\partial}{\partial x_j} \left( \varepsilon u_j - \nu_\varepsilon \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) = H_\varepsilon \tag{4}$$

$$\nu_t = C_\mu \frac{k}{\varepsilon} \tag{5}$$

де  $\varepsilon$  – швидкість дисипації турбулентної енергії,  $\text{м}^2/\text{с}^3$ ,

$$H_k = G - \varepsilon, H_\varepsilon = C_{\varepsilon 1}^* \frac{\varepsilon}{k} G - C_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k}, G = \nu_t \tau_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j}, C_{\varepsilon 1}^* = C_{\varepsilon 1} - \eta \frac{1 - \eta/\eta_0}{1 + \beta \eta^3}, \eta = \sqrt{\frac{G}{C_\mu \varepsilon}},$$

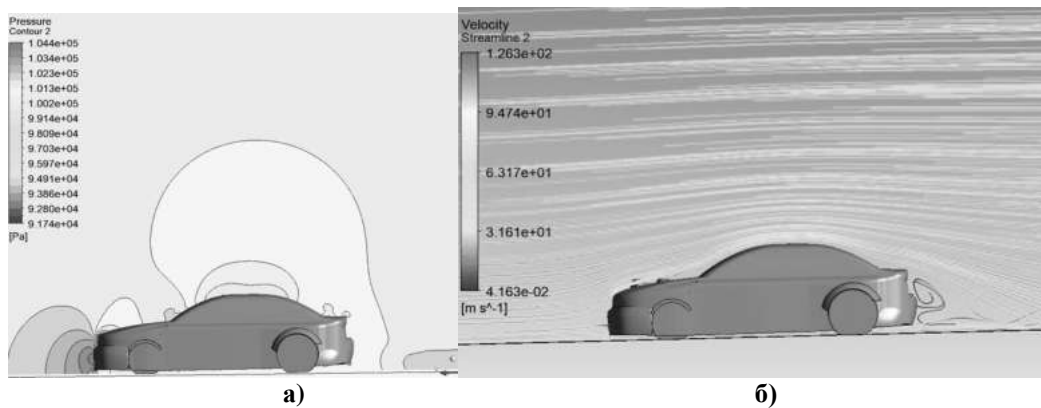
$$\nu_k = \nu + \frac{\nu_t}{\sigma_k}, \nu_\varepsilon = \nu + \frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}$$

Емпіричні константи в наведених рівняннях дорівнюють:

$$C_{\mu} = 0,0845, C_{\varepsilon 1} = 1,42, C_{\varepsilon 2} = 1,68, \sigma_k = \sigma_{\varepsilon} = 0,72, \eta_0 = 4,38, \beta = 0,015.$$

Відомо, що подібна модель дає прийнятні результати для областей з розвинутою турбулентністю, тобто при  $V_t \gg V$ . Звичайно, що це не виконується біля твердої стінки. У зв'язку з цим для визначення параметрів турбулентності біля стінки додатково задаються емпірично отримані закони поведінки рідини, що задаються додатково у вигляді пристінних функцій.

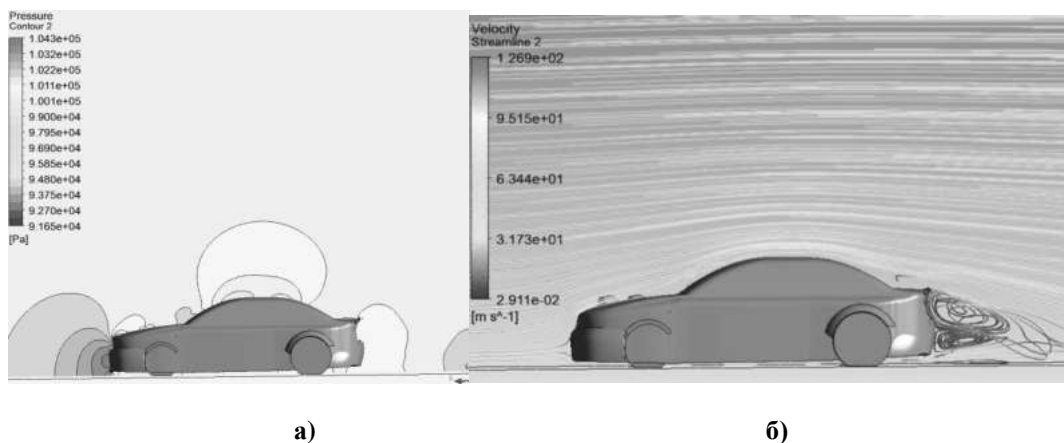
Нижче представлено результати розрахунків аеродинаміки для різних моделей спойлерів.



**Рис. 5. Результати розрахунків базового варіанту автомобіля.**  
а) – показник оточуючого тиску, б) – показник швидкості потоків

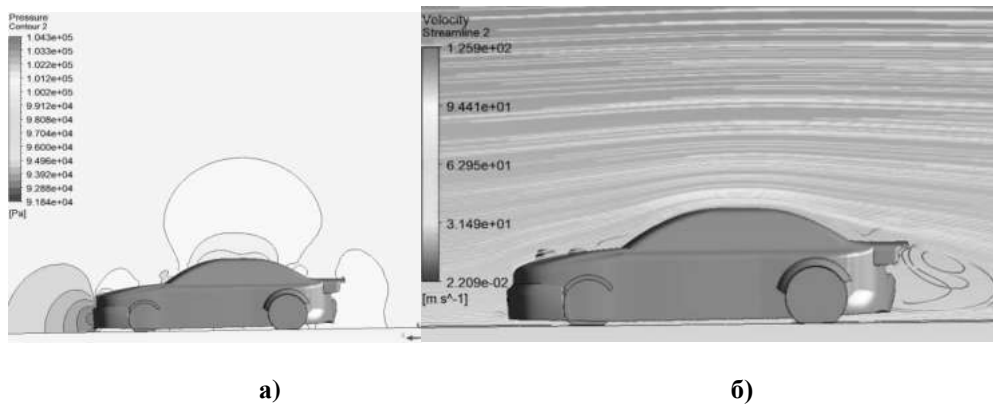
На рис. 5 представлений приклад розрахунку автомобіля базової версії. Розрахований аеродинамічний опір складає 1858 Н. Всі розрахунки проводилися при швидкості 240 км/год (така швидкість є вихідною швидкістю автомобіля на дистанції 400 м). У перерахунку на коефіцієнт лобового опору він становить:

$$C_x = \frac{2 \cdot F}{\rho \cdot A \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 1858,86}{2,21 \cdot 1,225 \cdot 66^2} = 0,315$$



**Рис. 6. Результати розрахунків моделі зі спойлером типу fin spoiler (перший варіант виконання);**  
а) – показник оточуючого тиску, б) – показник швидкості потоків

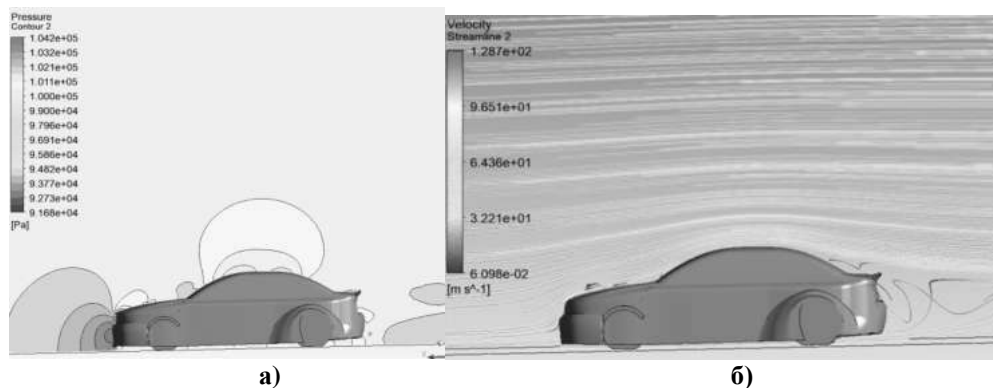
Результати розрахунків моделі зі спойлером типу fin spoiler (перший варіант виконання) вказано на рис. 6. При застосуванні такого спойлера аеродинаміка автомобіля покращується. Лобовий опір зменшився до 1606,79 Н у порівнянні із 1856 Н на базовій моделі. Розрахунки проводилися на швидкості 240 км/год. У перерахуванні коефіцієнт опору складає 0,272.



**Рис. 7. Результати розрахунків моделі зі спойлером типу wing spoiler (другий варіант виконання).**

**а) – показник оточуючого тиску, б) – показник швидкості потоків**

Аеродинамічний опір зі спойлером типу wing spoiler (другий варіант виконання) (рис. 7) мало відрізнятися у порівнянні з попереднім. Аеродинамічний опір складає 1612,7 Н, та, таким чином коефіцієнт складе 0,273. Перевагою даного спойлера є простота виготовлення, а недоліком велика матеріаломісткість та, як наслідок, значна маса. Крім того такий спойлер створює більшу притискну силу.



**Рис. 8. Результати розрахунків моделі зі спойлером типу fin spoiler (перший варіант виконання) і закритими фендерами.**

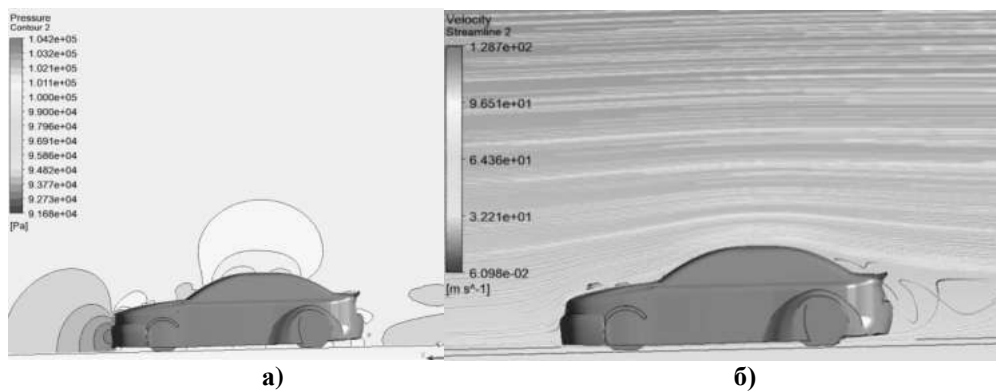
**а) – показник оточуючого тиску, б) – показник швидкості потоків**

Для спойлера за типом fin spoiler (перший варіант виконання) закриття фендерів (рис. 8) дало лише погіршення аеродинамічних показників. Коефіцієнт в даному випадку буде становити:

$$C_x = \frac{2 \cdot F}{\rho \cdot A \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 1703,93}{2,21 \cdot 1,225 \cdot 66^2} = 0,288$$

Закриті фендера утворюють у нижній частині автомобіля зону більш низького тиску та завдяки цьому створює більшу притискну силу у порівнянні з автомобілем з таким же спойлером. Але на фоні значного погіршення аеродинаміки їх використання сумнівне.

Аеродинамічні показники автомобіля зі спойлером типу duck tail (третій варіант виконання) (рис. 9) кращі, ніж зі спойлером версії 1. Так аеродинамічний опір складає 1606,33 Н. Відповідний коефіцієнт аеродинамічного опору складає 0,272.



**Рис. 9. Результати розрахунків моделі зі спойлером типу duck tail (третій варіант виконання)**

**а) – показник оточуючого тиску б) – показник швидкості потоків**

### Висновки

Дана робота показує, що є два найкращі варіанти спойлерів. Це спойлер другого та третього варіантів виконання. Спойлер другого варіанту виконання знижує значення аеродинамічного опору практично на ту ж величину, що і спойлер за третім варіантом, але покращує значення притискового зусилля. Такий спойлер доречно використовувати, якщо автомобілю бракує зчеплення з дорогою та стабільності при русі. Якщо автомобіль при русі стабільно тримає дорогу і йому не потрібне додаткове навантаження, то можливе використання спойлера за третім варіантом виконання типу duck tail.

### Список використаної літератури

1. Евграфов А.Н. Аэродинамика автомобиля. – М: Издательство МГИУ, 2012. – 355 с.
2. Михайловский Е.В. Аэродинамика автомобиля. – М: Машиностроение, 1973. – 224 с.
3. Аэродинамика автомобиля [под ред. В. Г. Гухо; пер.с нем. Н. А. Юниковой]. – М.: Машиностроение, 1987. – 424 с.
4. Mook D., Nuhait A. Simulation of the interaction between aerodynamics and vehicle dynamics in general unsteady ground effect // Advanced Marine Vehicles Conference, Arlington, VA, U.S.A, 1989. – pp. 430-437. <https://doi.org/10.2514/6.1989-1498>
5. Katz J. Aerodynamics of Race Cars // Annu. Rev. Fluid Mech. 2006 – 38: 27 – 63, pp. 27-65. <https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.38.050304.092016>
6. Manan Desai. Experimental and computational aerodynamic investigations of a car / Manan Desai, S.A. Channiwala, H.J. Nagarsheth // WSEAS TRANSACTIONS on FLUID MECHANICS, 2008. – vol. 3, pp. 359-368.
7. Himeno R., Fujitani K. Numerical Analysis and Visualization of Flow in Automobile Aerodynamics Development // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 1993. – vol. 47, pp. 785-790.
8. Nielsen E., Anderson W. Recent improvements in aerodynamic design optimization on unstructured meshes // AIAA Journal, 2000. – vol. 40 (6), pp. 1155-1163.
9. CFX-5 Solver Theory, 2004, 261 p.
10. Черный С.Г. Численное моделирование пространственных турбулентных течений несжимаемой жидкости на основе k-ε моделей / С.Г. Черный, Ю.А. Грязин, П.А. Шашкин // Вычислительные технологии. – 1999. – Т. 4. № 2. – С. 74-94.

### References

1. Evgrafov A.N. Aerodinamika avtomobilya [Automobile Aerodynamics]. Moscow, Vidavnictvo MGIU, 2012, 355 p.
2. Mihajlovskij E.V. Aerodinamika avtomobilya [Automobile Aerodynamics]. Moscow, Mashinostroenie, 1973, 224 p.
3. Guho V.G., Aerodinamika avtomobilya. [Automobile Aerodynamics]. Moscow: Mashinostroenie, 1983, 425 p.
4. Mook D., Nuhait A. Simulation of the interaction between aerodynamics and vehicle dynamics in general unsteady ground effect. Advanced Marine Vehicles Conference, Arlington, VA, U.S.A, 1989, pp. 430-437. <https://doi.org/10.2514/6.1989-1498>
5. Katz J. Aerodynamics of Race Cars. Annu. Rev. Fluid Mech, 2006, 38: 27 – 63, pp. 27-65. <https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.38.050304.092016>

6. Manan Desai, Channiwala S.A., Nagarsheth H.J. Experimental and Computational Aerodynamic Investigations of a Car. WSEAS TRANSACTIONS on FLUID MECHANICS, 2008, vol. 3, pp. 359-368.
7. Himeno R., Fujitani K. Numerical analysis and visualization of flow in automobile aerodynamics development. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol.47, 1993, pp. 785-790.
8. Nielsen E., Anderson W. Recent improvements in aerodynamic design optimization on unstructured meshes. AIAA Journal, 2000, vol. 40, pp. 1155-1163.
9. CFX-5 Solver Theory, 2004, 261 p.
10. Chernyi S.G., Griazin Iu.A., Shashkin P.A. Chislennoe modelirovanie prostranstvennykh turbulentnykh techenii neszhimaemoi zhidkosti na osnove k-e modelei [Numerical modeling of spatial turbulent flows of an incompressible fluid based on k-e models]. Computing technology, 1999, no. 2 (4), pp. 74-94.

УДК 621.313.333

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.4](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.4)

А.О. ЖЕЖЕЛО

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

ORCID: 0000-0003-4969-4659

О.Ю. КИМСТАЧ

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

ORCID: 0000-0002-1447-8852

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В АСИНХРОННИХ ДВИГУНАХ ПІДВИЩЕНОЇ БЕЗВІДМОВНОСТІ

У роботі виконано формування переліку перехідних процесів в асинхронних двигунах підвищеної безвідмовності. Двигуни цього типу мають більшу кількість динамічних режимів, які ще не були детально досліджені раніше, але при цьому мають велике значення для роботи машини. Більша кількість динамічних режимів пов'язана з особливістю конструктивного виконання обмотки статора двигуна даного типу а також з його функціональними можливостями. Виконано аналіз попередніх досліджень, якій показав, що завдання моделювання перехідних процесів АД вирішувалося різними дослідниками окремо, тому не існує загального комплексного підходу, щодо формування універсальної моделі АД, яка придатна для всіх динамічних режимів. Відповідно для вирішення означеної проблеми спочатку необхідно визначити коло всіх типів перехідних процесів. Мета роботи – формування переліку важливих перехідних процесів асинхронних двигунів підвищеної безвідмовності для подальших їх досліджень. У роботі були розглянуті перехідні процеси в аварійних режимах, таких як: коротке замикання на землю, міжвиткове та міжсекційне коротке замикання, обрив дроту. Серед цих режимів були виявлені найнебезпечніші та більш поширені, а саме: міжвиткове коротке замкнення та обрив фази. На ці режими слід звернути особливу увагу. Також визначені перехідні процеси у нормальних режимах, таких як: пуск з відключеними секціями обмотки, робота з відключеними секціями обмотки, режим регулювання. Ці перехідні процеси в нормальних режимах мають важливе значення при складанні математичної моделі для асинхронних двигунів підвищеної безвідмовності, а також для розуміння функціональних можливостей машини даного типу. Для більшості динамічних режимів визначені їх особливості та небезпечні фактори, які необхідно враховувати при створенні математичних моделей а також експлуатації АД. Для окремих режимів побудовані заступні схеми, які дозволяють визначити основні співвідношення та алгоритми врахування у математичних моделях специфіки цих режимів.

Отримані результати досліджень систематизовані і представлені схематично у вигляді відповідної схеми.

Ключові слова: перехідні процеси, підвищена безвідмовність, асинхронний двигун, аварійні режими, нормальні режими, ідентифікація.

А.О. ЖЕЖЕЛО

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

ORCID: 0000-0003-4969-4659

О.Ю. КИМСТАЧ

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

ORCID: 0000-0002-1447-8852

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ПОВЫШЕННОЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ

В работе выполнено формирование перечня переходных процессов в асинхронных двигателях повышенной безотказности. Двигатели этого типа имеют большее количество динамических режимов, которые еще не были детально исследованы ранее, но при этом имеет большое значение для работы машины. Большее количество динамических режимов связано с особенностью конструктивного исполнения обмотки статора двигателя данного типа а также с его функциональными возможностями. Выполнен анализ предыдущих исследований, которой показал, что задача моделирования переходных процессов АД решалась разными исследователями отдельно, поэтому не существует общего комплексного подхода, по формированию универсальной модели АД, которая пригодна для всех динамических режимов, в том числе несимметричных режимов. Соответственно для решения этой проблемы сначала необходимо определить круг всех типов переходных процессов. Цель работы - формирование перечня важных переходных процессов асинхронных двигателей повышенной безотказности для дальнейших их исследований. В работе были рассмотрены переходные процессы в аварийных режимах, таких как: короткое замыкание на землю, межвитковое и межсекционное

коротке замикання, обрив провада. Среди этих режимов были обнаружены опасные и наиболее распространенные, а именно: межвитковое короткое замыкание и обрыв фазы. На эти режимы следует обратить особое внимание. Также определены переходные процессы в нормальных режимах, таких как: пуск с отключенными секциями обмотки, работа с отключенными секциями обмотки, режим регулирования. Эти переходные процессы в нормальных режимах имеют важное значение при составлении математической модели для асинхронных двигателей повышенной безотказности, а также для понимания функциональных возможностей машины данного типа. Для большинства динамических режимов определены их особенности и опасные факторы, которые необходимо учитывать при создании математических моделей а также эксплуатации АД. Для отдельных режимов построены схемы замещения, которые позволяют определить основные соотношения и алгоритмы учета в математических моделях специфики этих режимов.

Полученные результаты исследований систематизированы и представлены схематически в виде соответствующей схемы.

Ключевые слова: переходные процессы, повышенная безотказность, асинхронный двигатель, аварийные режимы, нормальные режимы, идентификация.

A.O. ZHEZHELO

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

ORCID: 0000-0003-4969-4659

O.Yu. KIMSTACH

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

ORCID: 0000-0002-1447-8852

#### IDENTIFICATION OF TRANSITION PROCESSES IN ASYNCHRONOUS MOTORS OF IMPROVED RELIABILITY

*A list of transients in induction motors with increased reliability was completed. Electrical machines of this type have a greater number of dynamic modes, which have not yet been researched in detail earlier, but it is of great importance for the operation of the machine. A greater number of dynamic modes is associated with a feature of the design of the stator winding of this type of engine and also with its functionality. An analysis of previous researches was performed, which showed that the task of modelling transients in induction motors was solved by different researchers separately, so there is no general comprehensive approach to the formation of a universal model of induction motor that is suitable for all dynamic modes. Accordingly, to solve this problem, it is firstly necessary to determine the range of all types of transient processes. The purpose of the work is the formation of a list of important transients of induction motors with increased reliability for their further researches. The work considered transients in emergency modes, such as: short circuit to earth, turn-to-turn and intersectional short circuit, wire breakage. These modes should be given special attention. Among these modes, the most dangerous and most widespread were found, namely: turn-to-turn short circuit and phase failure. Transient processes in normal modes were also defined, such as: start with disconnected winding sections, operation with disconnected winding sections, control mode. These transients in normal conditions are important in compiling a mathematical model for asynchronous motors with increased reliability, as well as for understanding the functional capabilities of this type of machine. For the majority of dynamic modes, their features and hazards have been identified. For part of modes, equivalent schemes were constructed that allow defining the basic relations and algorithms of accounting for the specific features of these modes in mathematical models.*

*The obtained research results are systematized and presented schematically in the form of a corresponding scheme.*

*Keywords: transient processes, increased reliability, induction motor, emergency modes, normal modes, identification.*

#### Постановка проблеми

Перехідні процеси в асинхронних двигунах (АД) характеризуються важкими явищами, які викликають тяжкі наслідки для обмотки, механічної частини двигуна. Так при пуску АД виникає великий пусковий струм, який негативно впливає на ізоляцію статорних обмоток, викликаючи її передчасне зношення, яке пов'язано з перегрівом обмоток і появою електродинамічних зусиль, що порушують цілісність обмотки особливо в лобових частинах. Великі кидки струму позначаються на надійності комутаційної апаратури, ускладнюють настройку захисту і, головне, призводять до короточасних, але значних, коливань напруги в мережі, що порушує нормальну роботу інших електроприймачів, які живляться від цієї мережі. Це особливо відчутно для автономних електроенергетичних систем обмеженої потужності.

Наведені фактори свідчать про важливість дослідження перехідних процесів, які пов'язані з



експлуатацією АД, але ще більше це стосується спеціальних АД. Так для асинхронного двигуна з підвищеною безвідмовністю (АДПБ) [1, 2] кількість варіантів динамічних режимів зростає у декілька разів, а деякі умови роботи, що для звичайних АД неприйнятні, можна розглядати як нормальні.

Тому для розуміння роботи АДПБ, потрібно ідентифікувати та проаналізувати найважливіші перехідні процеси, враховуючи особливості конструктивного виконання АДПБ.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Питання дослідження динамічних режимів АД не нове, існує багато праць, в котрих розглядаються математичні моделі АД [3, 4, 5, 6], але всі вони стосуються у більшості звичайних АД, що працюють у нормальних умовах.

Останнім часом з'явилась низка робіт, в яких розглядається більш складні та удосконаленні моделі АД та нестандартні умови, це стало можливим у зв'язку з розвитком комп'ютерної техніки та програмного забезпечення.

Так відомо про дослідження АД з покращеним показником живучості двигуна в аварійному режимі [7], але у цьому випадку розглядається лише такий аварійний режим як обрив фази, що не відображає повністю складність усіх можливих перехідних процесів.

У роботі [8] був досліджений метод оцінювання перехідних процесів в АД, а також розглянута задача граничного навантаження, але все це у загальних умовах без врахування аварійних режимів.

Автори роботи [9] досліджували вплив аварійних режимів на роботу АД, а також можливі причини цих аварій, але вони обмежилися лише переліком стандартних аварійних режимів.

У роботі [10] було досліджено вплив міжвіткових та міжфазних коротких замикань в асинхронному генераторі. Запропоновано спосіб діагностування міжвіткових к.з. за допомогою датчиків, але це коштвна система, яка спрямована на лише один аварійний режим – коротке замкнення.

У роботі [11] було проведено моделювання процесів АД після переходу з трьохфазного режиму роботи в однофазний, але це моделювання лише одного нормального режиму роботи.

В цілому, якщо проаналізувати результати попередніх досліджень, можна зробити висновок, що завдання моделювання перехідних процесів у АД вирішувалося різними дослідниками окремо, тому не існує загального комплексного підходу, щодо формування універсальної моделі АД, яка придатна для всіх динамічних режимів. Відповідно для вирішення означеної проблеми спочатку необхідно визначити коло всіх типів перехідних процесів.

#### **Формулювання мети дослідження**

Таким чином, формування переліку динамічних режимів з визначенням їх особливостей для врахування в узагальненій математичній моделі являється першим кроком у комплексному вирішенні зазначеної проблеми.

Мета роботи – формування переліку важливих перехідних процесів АДПБ для подальших їх досліджень.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Для розуміння роботи електричних машин, необхідно знати як і в яких умовах протікають перехідні процеси. Так само і для розуміння роботи АДПБ, потрібно проаналізувати перехідні процеси як в аварійних, так і в нормальних режимах.

Найбільший інтерес мають перехідні процеси в АДПБ в момент відключення пошкоджених ділянок обмотки, такі режими являються специфічними для даної машини.

До важливих нормальних режимів АДПБ відносяться пуск з відключеною секцією обмотки, відключення секції обмотки при роботі в режимі навантаження, а також режим регулювання частоти обертання або моменту.

Пуск АДПБ з відключеною секцією обмоток можливий, після аварійного режиму і необхідності включення двигуна повторно, або якщо була виключена деяка кількість витків обмотки при регулюванні. При цих режимах потрібно розглянути питання, за якої мінімальної кількості відключених секцій обмотки можливий повторний пуск.

При аналізі роботи АДПБ з відключенням секцій обмотки в режимі навантаження, потрібно визначити як буде змінюватися частота обертання та момент на валу. В статті це питання розглядалося в [2], але перехідні процеси при цьому ще не досліджувалися.

Також існує можливість регулювання швидкості обертання або моменту АДПБ за рахунок відключення частини секцій, тому такий режим слід враховувати при аналізі перехідних процесів.

Серед аварійних режимів найбільш небезпечним являються короткі замикання, які можна поділити на коротке замкнення на землю, міжсекційне та міжвіткове коротке замкнення.

Коротке замкнення на землю є небезпечним аварійним режимом, тому що при заземленні нульової точки виникають струми короткого замкнення, які можуть досягати значень двофазних або трьохфазних коротких замикань. На рис. 1 показано одну секцію обмотки АДПБ в якій відбулося коротке замкнення на землю в точці 1.

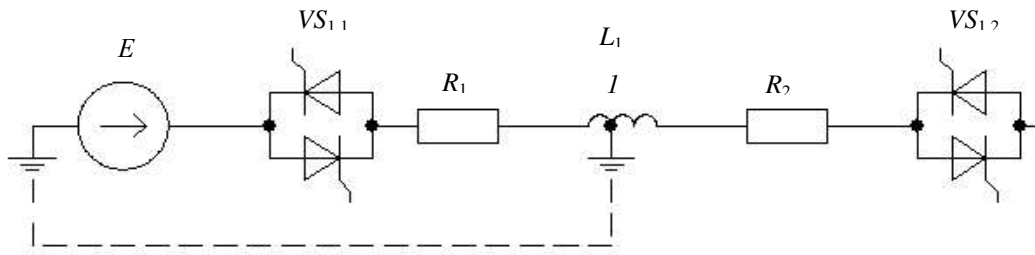


Рис. 1. Коротке замикання на землю в АДПБ

При короткому замиканні на землю на відрізку секції до точки короткого замикання з'являється  $I_{кз}$  який додається до  $I_c$ , і сумарний струм на цьому відрізку стає більшим за струм на відрізку секції після точки короткого замикання (рис. 2.).

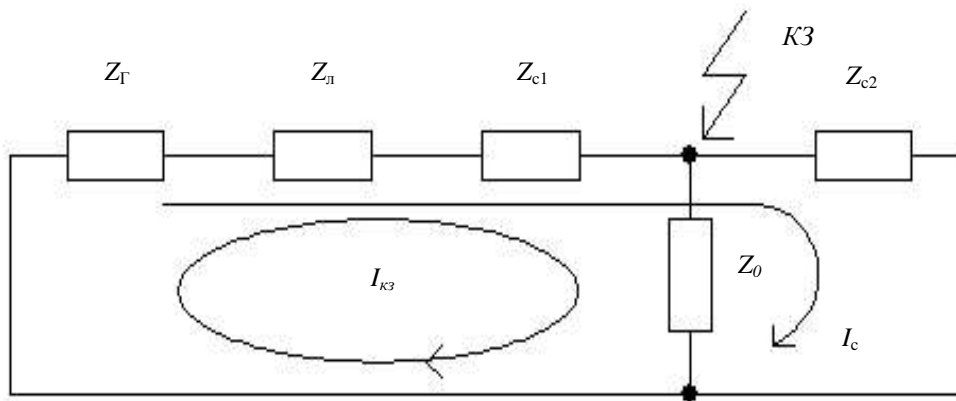


Рис. 2. Схема заміщення к.з. на землю

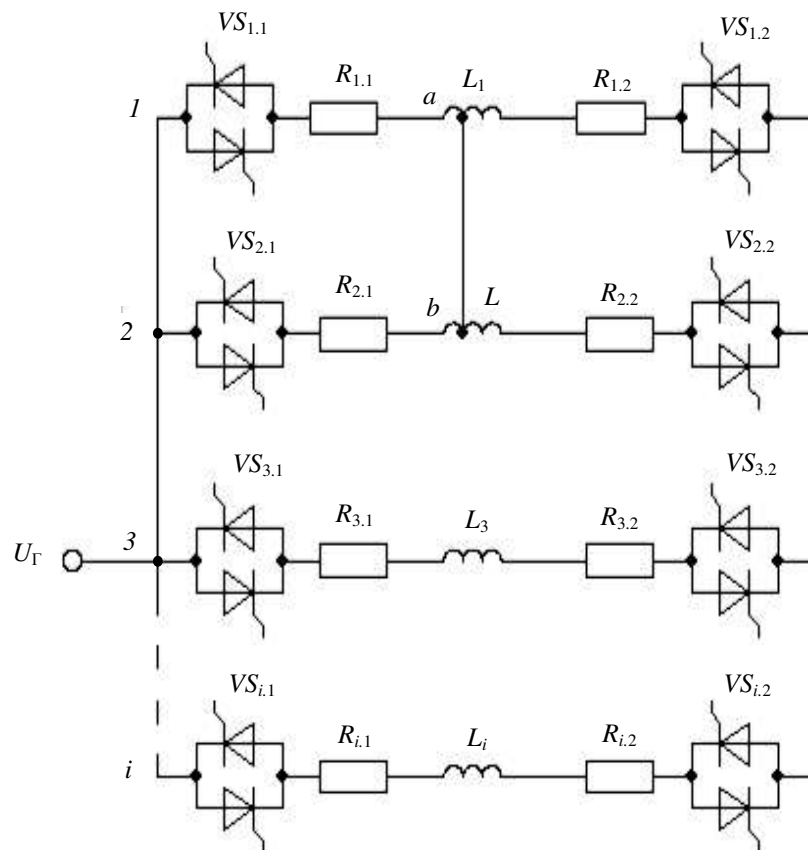


Рис. 3. Міжсекційне коротке замикання в АДПБ

Струм короткого замикання на землю розраховується за формулою:

$$I_{кз} = \frac{E}{Z_{\Gamma} + Z_c + Z_{л} + Z_0},$$

де  $E$  – ЕРС джерела живлення;  
 $Z_{\Gamma}$  – загальний опір джерела живлення;  
 $Z_c$  – загальний опір секції до точки к.з.;  
 $Z_{л}$  – загальний опір лінії;  
 $Z_0$  – загальний опір між точкою заземлення та джерела живлення.

На рис. 3 показана схема варіанту виконання обмотки АДПБ в якій відбулося міжсекційне коротке замикання.

Для розрахунку струму міжсекційного короткого замикання використовується схема заміщення (рис. 4.).

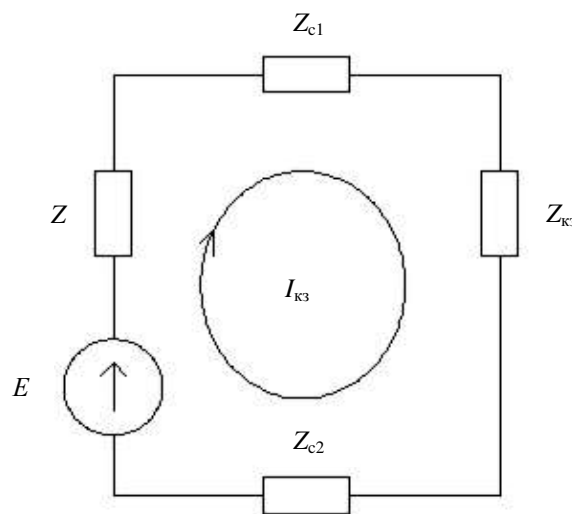


Рис. 4. Схема заміщення між секційного короткого замикання

Струм міжсекційного короткого замикання розраховується за формулою:

$$I_{скз} = \frac{E}{Z_{\Gamma} + Z_{c1} + Z_{c2} + Z_{кз}},$$

де  $Z_{c1}$  і  $Z_{c2}$  – загальні опори частин секцій в яких відбулось коротке замикання;  
 $Z_{кз}$  – загальний опір короткого замикання (опір дуги).

У попередньому випадку (рис. 3) розглянуто виникнення міжсекційного короткого замикання в одній фазі, але існує можливість виникнення короткого замикання між секціями різних фаз (рис. 5). Такий режим більш небезпечний, тому що супроводжується ушкодженням одразу двох фаз, а коротке замкнення може підживлюватися напругою двох фаз або лінійною напругою, що відповідає більшій потужності, яка буде виділятися у точці короткого замкнення. Але порушити ізоляцію між секціями різних фаз досить складно, тому такі короткі замкнення відбуваються досить рідко.

Відповідно струм короткого замкнення при міжсекційному короткому замкнанні між фазами А і В розраховується за формулою:

$$I_{кзAB} = \frac{E_A - E_B}{Z_{\Gamma A} + Z_{\Gamma B} + Z_{cA} + Z_{cB} + Z_{кз}}.$$

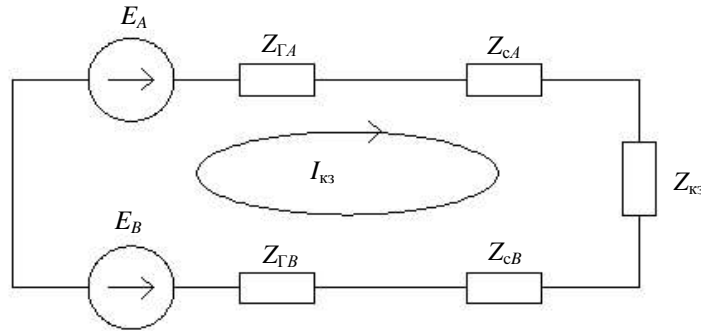


Рис. 5. Схема заміщення при міжсекційному короткому замиканні для різних фаз

Міжвиткове к.з. являється частою причиною виходу із строю АД. Воно становить більше 32 % [12] всіх поломок. Враховуючи, що всі пошкодження обмоток статора досягають 38 % [13], можна вважати міжвиткове коротке замикання основним типом аварії для статорної обмотки.

Основна причина в браку при виробництві при ручній укладці обмотки. Якщо вчасно не виявити міжвиткове к.з., двигун швидко виходить з ладу.

На рис. 6 показано схема варіанту виконання обмотки АДПБ в якій відбулося міжвиткове коротке замикання.

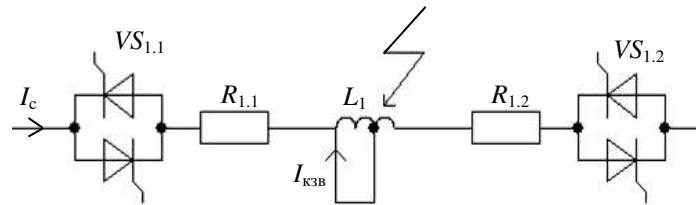


Рис. 6. Міжвиткове коротке замикання в АДПБ

При міжвитковому к.з., у витку наводиться ЕРС що впливає на струм у секції. При цьому навіть при відключенні секції, ця ЕРС залишиться, що може призвести до виникнення електричної дуги та подальшого ушкодження обмотки та магнітопроводу.

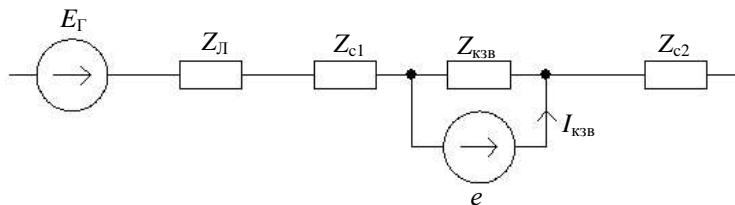


Рис. 7. Схема заміщення при міжвитковому короткому замиканні

Для визначення ЕРС короткозамкнених витків секції можна скористуватися відомою формулою:

$$e = 4,44 \cdot f \cdot w_{кзв} \cdot \Phi_c,$$

де  $f$  – частота напруги;  
 $w_{кзв}$  – кількість витків  
 $\Phi_c$  – магнітний потік у секції.

Магнітний потік, що перетинає короткозамкнені витки, дорівнює магнітному потоку у секції:

$$\Phi_c = B_{z \max} \cdot b_{z \min} \cdot l_{\delta} \cdot y_1,$$

де  $B_{z \max}$  – максимальна магнітна індукція у зубці;  
 $b_{z \min}$  – менша ширина зубця статора;  
 $l_{\delta}$  – довжина магнітопроводу статора;

$y_1$  – шаг вітку у пазах.

Струм міжвиткового короткого замикання:

$$I_{\text{кзв}} = \frac{e}{Z_{\text{кзв}}},$$

де  $Z_{\text{кзв}}$  – загальний опір короткозамкненого вітка, враховуючи опір електричної дуги.

Сумарний струм у частці секції з міжвитковим коротким замиканням:

$$\dot{I}_{\Sigma} = \dot{I}_{\text{кзв}} + \dot{I}_c.$$

Крім коротких замкнень, другим найбільш поширеним видом пошкоджень електричного характеру являється обрив живлення. Можливі варіанти обриву однієї чи декількох секцій, або обрив фази (рис. 8).

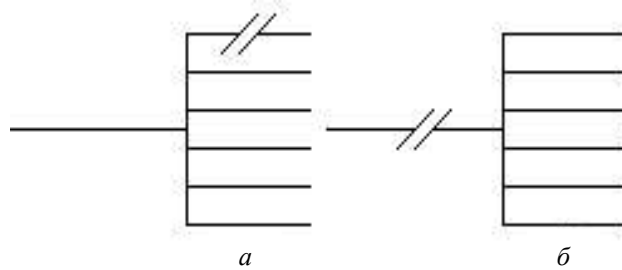


Рис. 8. Обриви секції (а) і фази (б)

Варіанти обриву фази:

1) Обрив стався до включення електродвигуна в мережу. Вал електродвигуна під час пуску в однофазному режимі не може повернутися навіть при відсутності навантаження. Це результат того, що на нього діють два магнітних поля, що утворюють два протилежних за знаком, але приблизно рівних за величиною моменти [2].

2) Обрив стався під час роботи електродвигуна. При цьому на його валу утворюється крутний момент, що визначається різними складовими. Тому, якщо фаза пропала під час роботи електродвигуна, коли його швидкість була близька до номінальної, обертовий момент у таких випадках буває достатнім для продовження роботи, але спостерігається зниження швидкості і ріст струму за умови збереження моменту навантаження [2].

Якщо обмотки електродвигуна були з'єднані за схемою «зірка», то після обриву фази дві послідовно з'єднані обмотки виявляються включеними на лінійну напругу  $U_{AB}$  (рис. 9).

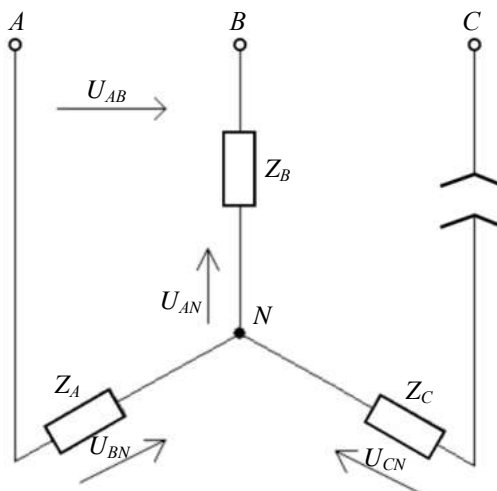


Рис. 9. З'єднання обмоток АД за схемою «зірка» після обриву фази

Так як опори  $Z_A$  і  $Z_B$  однакові і з'єднанні послідовно, напруги на фазах А і В складають:

$$U_{AN} = U_{BN} = U_{AB}/2$$

За умови збереження величини моменту на валу буде мати місце рівновага моментів у трифазному та однофазному режимах  $M_3 = M_1$ .

Момент АД у трифазному режимі:

$$M_3 = \frac{U_{AB}^2 p R'_2}{2\pi f s [(R_1 + c_1 R'_2/s)^2 + (X_1 + c_1 X'_2)^2]}$$

де  $R_1, R'_2, X_1, X'_2$  та  $c_1$  – параметри заступної схеми АД;

$p$  – кількість пар полюсів АД;

$s$  – ковзання.

Момент АД у однофазному режимі:

$$M_1 = M_{\text{пр}} - M_{\text{зв}} = \frac{2U_{AB}^2 p R'_2}{8\pi f s [(R_1 + c_1 R'_2/s)^2 + (X_1 + c_1 X'_2)^2]} - \frac{2U_{AB}^2 p R'_2}{8\pi f (2-s) [(R_1 + c_1 R'_2/(2-s))^2 + (X_1 + c_1 X'_2)^2]}$$

При роботі з частотою обертання, що відповідає навантаженню АД від холостого ходу до номінальної величини, зворотна складова моменту незначно впливає на вид механічної характеристики [2]. Тому для отримання співвідношень моментів у першому наближенні можна знехтувати  $M_{\text{зв}}$ , тоді:

$$M_1 \approx M_{\text{пр}} = \frac{U_{AB}^2 p R'_2}{4\pi f s [(R_1 + c_1 R'_2/s)^2 + (X_1 + c_1 X'_2)^2]}$$

Відповідно відношення моментів у трифазному та однофазному режимах:

$$\frac{M_3}{M_1} = \frac{U_{AB}^2 p R'_2}{2\pi f s [(R_1 + c_1 R'_2/s)^2 + (X_1 + c_1 X'_2)^2]} \cdot \frac{4\pi f s [(R_1 + c_1 R'_2/s)^2 + (X_1 + c_1 X'_2)^2]}{U_{AB}^2 p R'_2} = 2$$

Величина ковзання у трифазному та однофазному режимах також прийнята однаковою. З урахуванням, що електромагнітний момент АД:

$$M_3 = 3I_2'^2 \frac{R'_2}{s} \cdot \frac{p}{2\pi f},$$

а зведений струм у роторі  $I_2'$  можна вважати наближено еквівалентним струму статора  $I_1$ , тоді:

$$M_3 \approx 3I_1^2 \frac{R'_2}{s} \cdot \frac{p}{2\pi f}$$

Відповідно співвідношення моментів:

$$\frac{M_3}{M_1} = 2 = \frac{3I_{13}^2}{I_{11}^2} \frac{R'_2 s}{2R'_2 s} \cdot \frac{p 2\pi f}{2\pi f p} = \frac{3I_{13}^2}{2I_{11}^2}$$

З останнього рівняння можна визначити співвідношення струмів:

$$\frac{I_{13}}{I_{11}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1,2$$

Тобто при зниженні моменту на валу у два рази при обриві однієї фази струм АД повинен підвищитися на 20 %, що небезпечно у тривалому режимі. Відповідно такий режим слід розглядати, як аварійний з одного боку, а з іншого – як можливий в обмеженому часі або при виконанні відповідних дій керування. Аналогічне співвідношення спостерігаються у пусковому режимі, але при цьому знехтувати зворотню складовою вже неможна, а пусковий момент наближується до нуля [2].

Всі вище розглянуті перехідні процеси узагальнені та систематизовані на рис. 10. При формуванні узагальної математичної моделі АДПБ всі їх слід врахувати, що можна виконати шляхом застосування заступних схем, які більш наочно демонструють сутність процесів та являються найбільш простим інструментом для застосування при аналізі роботи АД.

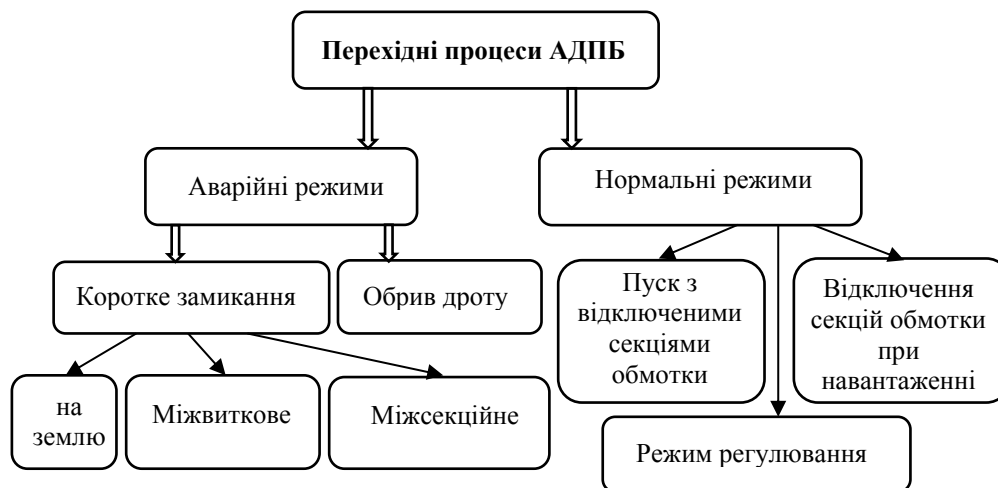


Рис. 10. Основні динамічні режими АДПБ

Наведена сукупність динамічних режимів відображає всі електричні явища, які викликають складні перехідні процеси. Звичайно існують перехідні процеси, які з'являються у наслідок механічних пошкоджень: заклинювання підшипників, радіальні та подовжні осьові зрушення внаслідок пошкодження підшипників або їх щитів, деформація вала та ін. Але такі пошкодження неможливо усунути шляхом керуючих дій системи управління АДПБ, тому вони не розглядаються.

#### Висновки

Проведена ідентифікація основних перехідних процесів в АДПБ, за якою були визначені такі перехідні процеси як: к.з. на землю, міжвиткове к.з., міжсекційне к.з., а також обрив дроту або відключення частки секції. Обрив дроту ділиться на обрив фази та обрив секції. Найчастішими аварійними режимами є міжвиткове к.з. та обрив фази, які слід дослідити більш детально.

#### Список використаної літератури

1. Жежело А.О., Кімстач О.Ю. Удосконалена схема підключення обмоток асинхронних двигунів підвищеної безвідмовності // Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Миколаїв, 2018. – с. 72-73.
2. Кімстач О.Ю. Зависимость электромагнитного момента от количества отключенных секций обмотки статора асинхронного двигателя // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип. 2/2016 (34) – С. 87-93.
3. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. – М.: 2001. – с. 327.
4. Кулагін Д.О. Математична модель тягового асинхронного двигуна з урахуванням насичення // Техн. Електродинаміка. – Запоріжжя, 2014, № 6 – С. 49-55.
5. Загорский А.Е., Шакарян Ю.Г. Управление переходными процессами в электрических машинах переменного тока. – М.: 1986. – 176 с.
6. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. – М.: 1980. – 256 с.
7. Однокопылов И.Г., Дементьев Ю.Н. Обеспечение живучести асинхронных электроприводов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – Челябинск, 2014, Т.14, № 2. – С. 55-61.

8. Леонов Г.А., Зарецкий А.М., Соловьева Е.П. Метод оценивания переходных процессов асинхронных электрических машин // Вестник СПбГУ. – 2013, № 3. – С. 47-69.
9. Кондратюк О.Ю., Егоров А.Б. Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты // Системи обробки інформації. – 2006, Вип. 4. – С. 79-86.
10. Богдан А.В., Соболев А.Н. Информационные признаки повреждения обмотки статора для построения релейной защиты автономного асинхронного генератора // Научный журнал КубГАУ, 2017, №131(07). – С. 1225-1236.
11. Ковалев Е.Б. Моделирование работы асинхронного электродвигателя в однофазном режиме // Государственное учреждение «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт взрывозащищенного и рудничного электрооборудования» – Донецк, 2013. – с. 141-151.
12. Wolkiewicz M., Skowron M. Diagnostic system for induction motor stator winding faults based on axial flux // Power electronics and drives. 2017. – 2(37), No. 2, pp. 137-150.
13. Radecki A. Stator winding inter-turn short-circuit modelling of a squirrel-cage induction motor // Power electronics and drives. 2016. – Vol. 1(36), No. 1, pp. 139-148.

#### References

1. Zhezhelo A.O., Kimstach O.Yu. Reduced winding circuit of asynchronous motors of improved reliability. VseUkr. nauk-pract. konf. zdob. vish. osvitu i moloduh uchenuh [ All-Ukr. Sci.-pract. Conf. applicants for higher education and young scientists]. Mykolayiv, 2018. – pp. 72-73.
2. Kimstach O.Yu. The dependence of the electromagnetic moment on the number of disconnected sections of the windings of a static asynchronous motor // Electromechanical and energy systems. - Kremenchuk: KrNU, 2016. - No. 2/2016 (34) – pp. 87-93.
3. Kopylov I.P. Mathematical modeling of electrical machines. - Moscow: 2001. 327 p.
4. Kulagin DO Mathematical model of traction asynchronous motor with regard to saturation // Techn. Electrodynamic. - Zaporizhzhia, 2014, No 6 - pp. 49-55.
5. Zagorsky A.E., Shakaryan Yu.G. Control of transients in AC machines. - Moscow: 1986. - 176 p.
6. Vazhnov A.I. Transients in AC Machines. - Moscow: 1980. - 256 p.
7. Odnokopylov I.G., Demytyev Yu.N. Providing survivability of asynchronous electric drives // Bulletin of the South Ural State University. - Chelyabinsk, 2014, Vol.14, No 2. - pp. 55-61.
8. Leonov G.A., Zaretsky A.M., Solovieva E.P. A method of estimating transient processes of asynchronous electric machines // Bulletin of SPbSU. - 2013, No. 3. - pp. 47-69.
9. Kondratyuk O.Yu., Egorov A.B. Analysis of emergency modes of operation of asynchronous motors to the question of choosing their effective protection // Processing Systems Information. - 2006, VIP. 4. - pp. 79-86.
10. Bogdan A.V., Sobol A.N. Information signs of stator winding damage for building relay protection of an autonomous asynchronous generator // Scientific journal KubSAU, 2017, No. 131 (07). - pp. 1225-1236.
11. Kovalev E.B. Modeling the operation of an asynchronous electric motor in single-phase mode // State institution "Research, Design and Technological Institute of Explosion-Proof and Mine Electrical Equipment" - Donetsk, 2013. - pp. 141-151.
12. Wolkiewicz M., Skowron M. Diagnostic system for induction motor stator winding faults based on axial flux // Power electronics and drives. 2017. – 2(37), No. 2, pp. 137-150.
13. Radecki A. Stator winding inter-turn short-circuit modelling of a squirrel-cage induction motor // Power electronics and drives. 2016. – Vol. 1(36), No. 1, pp. 139-148.



УДК 681.518.5

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.5](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.5)

І.С. КОНОХ

Кременчугський національний університет ім. Михайла Остроградського  
ORCID: 0000-0001-5930-1957

Н.Н. ИСТОМИНА

Кременчугський національний університет ім. Михайла Остроградського  
ORCID: 0000-0002-6811-8115

С.Д. СРИБНИЙ

Кременчугський національний університет ім. Михайла Остроградського  
ORCID: 0000-0003-3340-416X

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

*В статье исследуется вопрос эффективного построения интеллектуальных систем идентификации состояния технологического процесса и регулирования его параметров на основе классификации наборов сигналов управления и сигналов сенсоров. Предложена модель мультиагентной системы супервизорного типа, ориентированной на обработку сигнальных векторов. Каждый агент содержит свой запомненный вектор и массив весовых коэффициентов для каждой составляющей вектора. Система обладает свойствами вычисления взвешенного расстояния между векторами, причем весовые коэффициенты для каждого агента вычисляются автоматически по разработанному алгоритму. Реализуется свойство самообучения путем добавления нового агента в коллекцию при обнаружении входного сигнального вектора с высокой степенью отличия от всех векторов, хранящихся в агентах. При работе с векторами, составленными из отчетов сигналов в прямом канале управления и канале обратной связи, становится возможным с помощью мультиагентной системы осуществлять предикторное управление динамическим объектом. На модельных экспериментах показана работоспособность мультиагентной системы регулирования. Разработан метод синтеза управляющих программ, основанный на автоматическом построении вычислительной модели динамического объекта, с помощью которой решается прямая и обратная задачи управления, что позволяет рассчитать воздействие на процесс и спрогнозировать реакцию объекта. Рассогласование между заданным и прогнозным значениями управляемой величины позволяет скорректировать управляющие воздействия до их фактической выдачи на исполнительные устройства. Функции самообучения и прогнозирования выхода объекта обеспечивают свойства интеллектуальности системы управления, что снижает издержки создания и модернизации систем управления технологическими линиями.*

*Ключевые слова: система управления, мультиагентная система, автоматическое регулирование, самообучение.*

І.С. КОНОХ

Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського  
ORCID: 0000-0001-5930-1957

Н.Н. ИСТОМИНА

Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського  
ORCID: 0000-0002-6811-8115

С.Д. СРИБНИЙ

Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського  
ORCID: 0000-0003-3340-416X

## ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ ІДЕНТИФІКАЦІЇ І АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

*У статті досліджується питання ефективної побудови інтелектуальних систем ідентифікації стану технологічного процесу і регулювання його параметрів на основі класифікації наборів сигналів управління і сигналів сенсорів. Запропоновано модель мультиагентної системи супервизорного типу, орієнтованої на обробку сигнальних векторів. Кожен агент містить свій запам'ятовуваний вектор і масив вагових коефіцієнтів для кожної складової вектора. Система має властивості обчислення зваженого відстані між векторами, причому вагові коефіцієнти для кожного агента обчислюються автоматично за розробленим алгоритмом. Реалізується властивість самонавчання шляхом додавання нового агента в колекцію при виявленні вхідного сигнального вектора з високим ступенем відмінності від усіх векторів, що зберігаються в агентах. При роботі з векторами, складеними із звітів сигналів у прямому каналі управління і каналі зворотного зв'язку, стає можливим за допомогою мультиагентної*

системи здійснювати предикторне управління динамічним об'єктом. На модельних експериментах показана працездатність мультиагентної системи регулювання. Розроблено метод синтезу керуючих програм, заснований на автоматичній побудові обчислювальної моделі динамічного об'єкта, за допомогою якої вирішується пряма і зворотна задачі управління, що дозволяє розрахувати вплив на процес і спрогнозувати реакцію об'єкта. Неузгодженість між заданим і прогнозними значеннями керованої величини дозволяє скорегувати керуючі впливи до їх фактичної видачі на виконавчі пристрої. Функції самонавчання і прогнозування виходу об'єкта забезпечують властивості інтелектуальності системи управління, що знижує витрати створення і модернізації систем управління технологічними лініями.

*Ключові слова:* система управління, мультиагентна система, автоматичне регулювання, самонавчання.

S. KONOKH

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University  
ORCID: 0000-0001-5930-1957

N.M. ISTOMINA

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University  
ORCID: 0000-0002-6811-8115

S.D. SRIBNYI

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University  
ORCID: 0000-0003-3340-416X

### USING MULTIAGENT SYSTEMS FOR IDENTIFICATION AND AUTOMATIC CONTROL TASKS

*The article explores problem of effective design of intelligent systems for identifying the technological process state and regulating parameters based on the classification of control signals sets and sensor signals. The multi-agent system model of supervisor type, oriented to the processing of signal vectors, is proposed. Each agent contains own stored vector and an array of weights for each vector component. The system has the properties of calculating the weighted distance between vectors. The weighting coefficients for each agent are calculated automatically according to the developed algorithm. The self-learning property is realized by adding a new agent to the collection at detecting an input signal vector with a high degree of difference from all vectors stored in the agents. Under working with vectors composed of signal reports in the direct control channel and the feedback channel, the predictive control of a dynamic object using a multi-agent system becomes possible. Model experiments show the working capacity of a multi-agent control system. The method for control programs synthesizing based on the automatic construction of a computational model of a dynamic object is developed. The direct and inverse control problems are solved using the computational model. This allows one to calculate the effect on the process and predict the reaction of the object. The mismatch between the set and predicted values of the controlled parameter allows adjusting the control actions before actual delivering ones to the actuators.*

*The self-learning and predicting functions of the object's output ensure the intelligence properties of the control system. This reduces the costs of creating and upgrading control systems for production lines.*

*Keywords:* control system, multi-agent system, automatic regulation, self-learning.

#### Постановка проблеми

Задачі управління неперервними технологічними процесами сировинної обробки мають свою специфіку, обумовлюючи необхідність розробки і совершенствования систем управління. Можна виділити наступні взаємозв'язані підзадачі:

- підвищення наблюдаємості за параметрами процесу;
- синтез найбільш обґрунтованих критеріїв оптимізації;
- пошук і формування оптимальних статических режимів по комплексу показателів;
- оптимізація переходних процесів;
- компенсація запаздывання в контурах регулювання;
- компенсація нелінійності в откликах об'єкта управління;
- компенсація возмущаючих впливів і підтримання стабільних якісних характеристик вихідного продукту при заданій продуктивності;
- зниження витрат на модернізацію і адаптацію систем управління.

Більша частина цих підзадач зв'язана з питанням синтезу чисельних програмних моделей для розрахунку параметрів процесу на основі доступних технологічних сигналів.

Существуючі підходи передбачають проведення науково-дослідницьких робіт висококваліфікованим інженерно-науковим персоналом применительно к каждому

технологическому процессу индивидуально, что подразумевает высокие временные и финансовые затраты.

#### Анализ последних исследований и публикаций

В непрерывных технологических процессах химического, горно-обогатительного и металлургического производств большая доля установок или технологических потоков соответствует общей структуре [1], показанной на рис. 1. Их работа характеризуется непрерывной подачей сырьевых продуктов [1, 2]. Можно выделить общий канал транспортирования перерабатываемого сырья, участки или зоны обработки, куда подводится энергия и дополнительные продукты, системы подготовки и дозирования сырья, системы удаления побочных и сопутствующих материальных и энергетических продуктов [1, 3, 4].

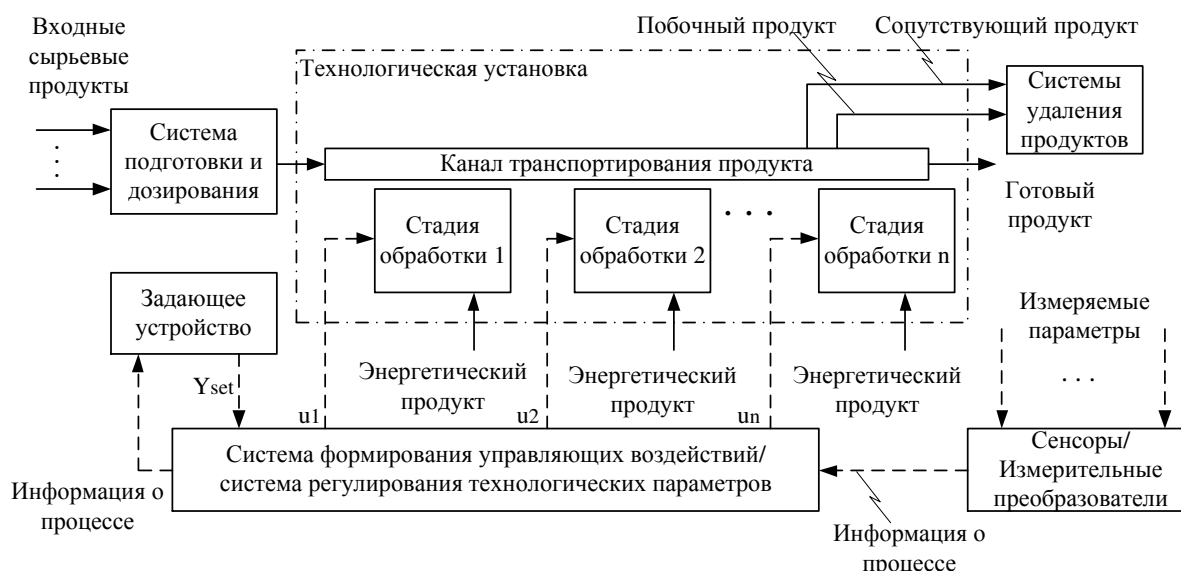


Рис. 1. Классическая структура производственной системы

Также в пределах технологического потока могут быть контуры циркуляции сырья и энергии, но их можно рассматривать как особенности отдельных стадий обработки. Тем не менее, сохраняется общая направленность прохождения продукта от участка загрузки сырья до участка выгрузки.

Система управления – неотъемлемая часть современных технологических линий. Она включает установленные на технологическом оборудовании устройства: датчики и актюаторы; контроллеры, осуществляющие регулирование в реальном времени, измерительные и силовые преобразователи; устройства уровня SCADA, оперативный персонал. Система управления формирует управляющие воздействия  $u_i$  для каждой стадии обработки, которые определяют поток сырьевых и энергетических продуктов, формируя технологический режим обработки.

Именно с уровня SCADA-системы вводятся задающие воздействия для контуров регулирования и формируются технологические режимы. На предприятиях решены задачи автоматизации низкого уровня, внедрены цеховые SCADA-системы и первичные элементы MES-систем [2, 5], но по-прежнему присутствуют сложности с внедрением в управляющие информационные системы АСУТП процедур определения наиболее эффективных режимов с учетом текущей конъюнктуры, цен на сырье и энергоносители.

Реализация оптимального управления может усложняться следующими факторами:

- отсутствием возможности измерить основные качественные параметры продукта на промежуточных стадиях обработки для оперативной коррекции управляющих воздействий;
- большой транспортной задержкой прохождения сырья;
- сложностью компенсации возмущающих воздействий;
- нелинейностью реакций объекта управления;
- периодическим изменением свойств сырья или марки выпускаемого продукта, что сказывается на кинетических параметрах процесса обработки;
- слабой формализацией методов определения наиболее эффективных режимов.

Исследования в области прикладных интеллектуальных технологий показывают недостаточную приспособленность формальных моделей искусственных нейронных сетей, нечетких логических контроллеров, экспертных систем к оптимизации и автоматическому управлению в реальном времени

технологическими процессами. В работах [6, 7] описаны нейронные регуляторы для технологических процессов. Удовлетворительные результаты синтеза достигаются при условии наличия уже найденных частных оптимальных решений для отдельных состояний процесса. Нейронные регуляторы аппроксимируют обучающие примеры на все множество возможных состояний, но сами не обеспечивают поиск оптимальных решений.

В работах [8, 9] описано модель нечеткого регулятора и метод подбор настроек и параметров функций принадлежности. Нечеткий контроллер выступает в качестве дополнительного модуля, корректирующего настройки ПИД-регулятора и придающего регулятору нелинейные свойства, улучшающие переходной процесс.

Можно сделать обобщение: предлагаемые модели нейросетевых и нечетких систем автоматического регулирования также работают по сигналу рассогласования и не реализуют полноценное предикторное управление. Обладают очень ограниченными свойствами самонастройки и требуют участия экспертов для улучшения качества управления [10].

Отсутствие универсального подхода в использовании известных интеллектуальных технологий вынуждают заниматься синтезом специализированных методов и моделей для каждой установки индивидуально [11], а иногда требуются дополнять и модифицировать систему управления даже для отдельных технологических режимов [12]. Также многие улучшенные методы автоматического управления для оптимизации управляющих алгоритмов требуют наличия аналитического описания процессов управления и адекватных вычислительных моделей [12].

Источники [13, 14] определяют технологию мультиагентных систем как перспективную для решения задач оптимального управления многосвязными системами.

#### **Формулирование цели исследования**

Цель работы заключается в разработке универсальной модели мультиагентной системы для автоматического синтеза вычислительных моделей динамических процессов на основе обработки временных отчетов технологических сигналов.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- разработать структуру усовершенствованной системы управления технологическим оборудованием с использованием мультиагентных модулей;
- синтезировать усовершенствованную модель мультиагентной системы и алгоритмы работы супервизорного модуля для моделирования динамического процесса и решения прямой и обратной задачи автоматического управления;
- сформулировать в общем виде метод управления динамическим объектом с использованием мультиагентной системы;
- сравнить на контрольных примерах качество работы ПИД-контроллера и мультиагентной системы для задачи автоматического регулирования.

#### **Изложение основного материала исследования**

На основе анализа состояния вопроса по разработке интеллектуальных систем управления, можно сделать вывод, что повышение эффективности создания и внедрения новых систем управления зависит от качества решения задач аппроксимации многомерных зависимостей. Это позволит идентифицировать актуальное состояние сырья в процессе обработки, если невозможны прямые измерения. Следовательно, можно вовремя корректировать управляющие воздействия для каждой стадии обработки, что повысит точность стабилизации качественных параметров выходного продукта [15]. Обычно это приходится делать после выхода продукта из установки, когда для этой части уже ничего невозможно исправить.

На рис. 2 закрашены блоки, в которых находят применение системы искусственного интеллекта и для которых актуально исследовать мультиагентную технологию автоматического синтеза вычислительных моделей динамических процессов на основе обработки временных отчетов технологических сигналов.

Для случая предикторного регулирования можно составить структурную схему одиночного контура регулирования (рис. 3), которая включает в себя блоки звеньев транспортной задержки для формирования векторов из текущего и прошлых отчетов сигналов задания, управления и обратной связи. Также в состав входит блок задания желаемой формы переходного процесса и мультиагентная система в качестве регулятора.

Предполагается, что мультиагентная система реализует следующие свойства искусственного интеллекта [16]:

- автоматическое построение модели на основе обобщения сопоставленных отчетов входных-выходных сигналов объекта управления;
- расчет текущего управляющего воздействия путем решения обратной задачи управления с помощью модели;
- прогнозирование выхода объекта путем решения прямой задачи управления с помощью модели;

- циклическая коррекция управляющего воздействия для соблюдения требуемой точности управления до их фактической выдачи на исполнительные устройства;
- обучение, без прерывания процесса управления, через добавления новых агентов в коллекцию при попадании в ситуации, не соответствующие запомненным сигнальным векторам.



Рис. 2. Общая структура интеллектуальной производственной системы

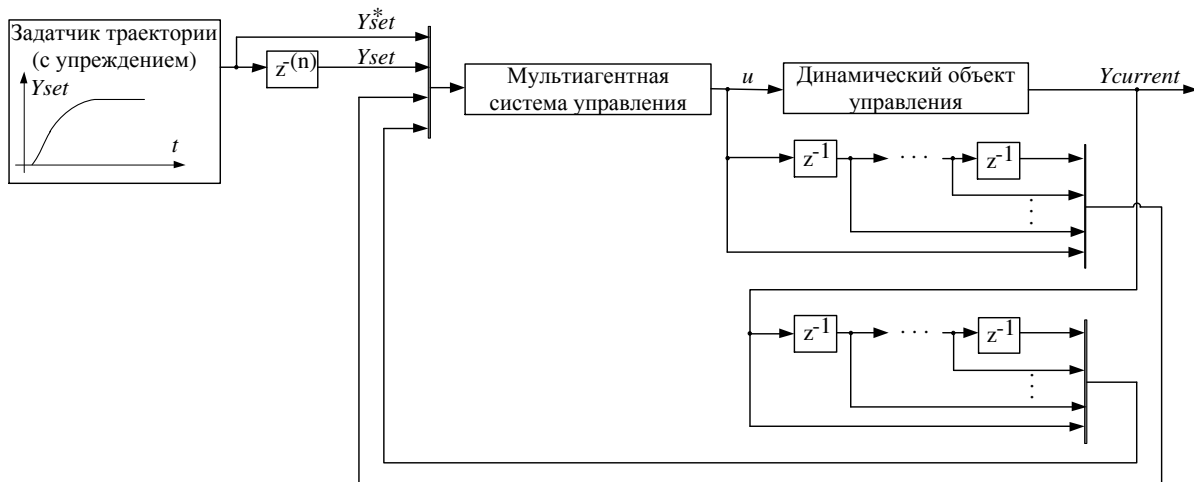


Рис. 3. Структурная схема включения мультиагентного регулятора

Для вышеописанных способов функционирования предлагается следующая структура мультиагентной системы, описываемая кортежем:

$$MAS = \langle agents, Y_{actual}, A, Z, S, Ctrl, \sigma, \theta \rangle, \quad (1)$$

- где
- $agents$  – массив агентов;
  - $Y_{actual}$  – текущий сигнальный вектор;
  - $A$  – множество выходных сигналов агентов, которые обозначают степень соответствия вектора  $Y_{actual}$  хранимому вектору;
  - $Z$  – множество выходных сигналов агентов, которые идентифицируют выходную переменную  $S$ ;
  - $S$  – прогнозируемый сигнал или идентифицируемое значение;

Ctrl – массив констант для задания параметров работы;

$\sigma: A \times Z \rightarrow S$  – отображение множеств выходов агентов на прогнозируемый сигнал;

$\theta: Y_{actual} \times agents \rightarrow Z$ ,  $A$  – отображение входного сигнального вектора и массива агентов на множества выходных сигналов.

Структуру разработанного агента можно описать кортежной моделью:

$$Agent = \langle \alpha, zet, Y_{actual}, Y_{preset}, w, z, c \rangle, \tag{2}$$

где:  $Y_{preset}$  – предустановленный вектор сигналов, сформированный при создании агента;  
 $w$  – вектор весовых коэффициентов, определяющих масштаб рассогласования сигналов;  
 $c$  – множество управляющих флагов;  
 $z$  – множество прогнозных сигналов;  
 $\alpha$  – отображение множества сигналов входного вектора на множество сигналов установленного вектора на множество весовых коэффициентов и определяет степень соответствия текущей ситуации тому состоянию, на который настроен агента;  
 $zet$  – отображение этих же множеств на множество прогнозных сигналов.

Имеющийся набор (ансамбль агентов) параллельно обрабатывает входной вектор технологических сигналов (как на рис. 3) и рассчитывают степень принадлежности хранимого вектора к текущему входному. Второй выходной сигнал – определяется типом решаемой задачи. Для обратной задачи выдается рекомендуемое управляющее воздействие, для прямой – прогнозируемый выход объекта управления.

Мультиагентный супервизор аккумулирует выходы агентов по следующей формуле:

$$S = \frac{z_i \cdot \sum_{i=1}^n f_{tr} ( f_{act} ( \sum_{j=1}^m ( |Y_{current}^j - Y_{preset}^j | ) W_i^j ) )}{\sum_{i=1}^n f_{tr} ( f_{act} ( \sum_{j=1}^m ( |Y_{current}^j - Y_{preset}^j | ) W_i^j ) )}, \tag{3}$$

где  $m$  – количество компонент вектора;  
 $n$  – количество агентов в коллекции;  
 $f_{tr}$  – пороговая функция, определяющая достаточное значение степени принадлежности агента для участия в расчетах аккумулированного значения;  
 $f_{act}$  – функция активации, вычисляющая степень близости векторов на основе взвешенного суммарного рассогласования;

Фактически, единое прогнозное значение вычисляется по методу упрощенного центра тяжести, как в операции дефазификации алгоритма нечеткого вывода Сугэно [9]. Каждый агент, дающий степень соответствия входному вектору больше заданного порога, можно рассматривать как аналог продукционного правила в нечетком контроллере, имеющего ненулевой результат активизации. В контексте задачи реализации интеллектуального регулятора, выражение (3) может определить, как управляющее воздействие на текущем шаге, так и прогнозное значение управляемой переменной.

Внутреннюю структуру мультиагентного регулятора раскрывает рис. 4.

Логика работы регулятора предусматривает циклический ввод временных отчетов внешних сигналов, формирующих вектор состояния системы. Затем, на основе полученного вектора, мультиагентная система решает обратную задачу. Идентифицируется сигнал управления, который обеспечит на следующем такте заданное значение управляемой величины.

После этого решается прямая задача – модельная проверка на том же самом наборе агентов соответствие заданного и прогнозного значения выхода объекта управления. Величина рассогласования, так же, как и в классических регуляторах, может использоваться для коррекции управляющих воздействий, увеличения надежности и точности работы системы. Скорректированное управляющее воздействие подается на текущем такте на вход объекта.

Алгоритм работы мультиагентной интеллектуальной системы управления/регулирования описывает UML-диаграмма на рис. 5, 6.

Логика работы МАС должна обеспечивать корректность идентификации объекта для уже зафиксированных верифицированных случаев при добавления новых агентов, которые соответствуют новым наблюдаемым ситуациям. То есть, новые добавленные агенты не должны повлиять в худшую сторону на точность идентификации в предыдущих ситуациях. Это решается введением в алгоритм работы адаптивного порога отбора агентов, в зависимости от максимальной степени соответствия (максимальный сигнал  $\alpha$  – Max\_alfa) по всему набору агентов. В выражении (3) за адаптивный отбор отвечает функция  $f_{tr}()$ . Если отказаться от введения принципа отбора агентов, то большое количество

агентов с низким порогом может “пересилить” единичных агентов, которые наиболее точно соответствуют текущей ситуации. Выражение (4) показывает условие отбора агентов:

$$\frac{\text{alfa}}{\text{Max\_alfa}} \geq \text{threshold} . \tag{4}$$

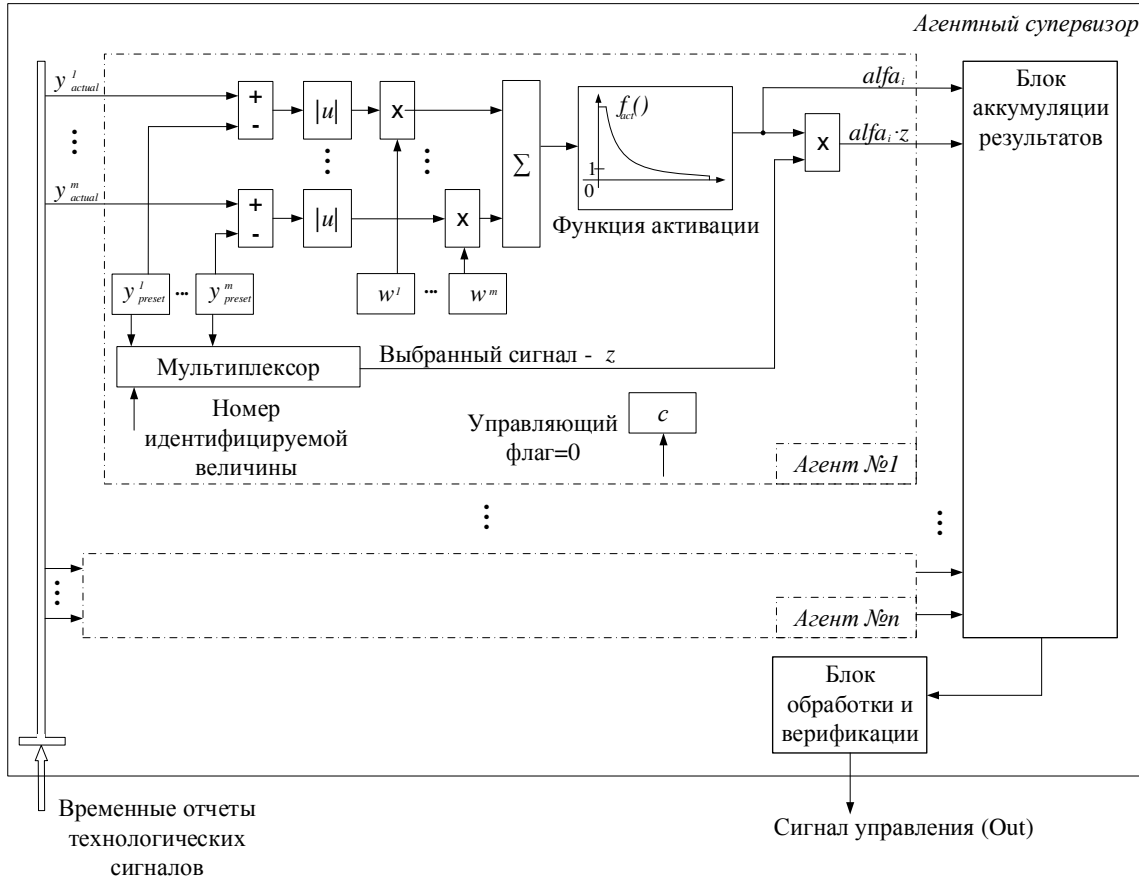


Рис. 4. Структура мультиагентного регулятора



Рис. 5. UML-диаграмма активности мультиагентного регулятора

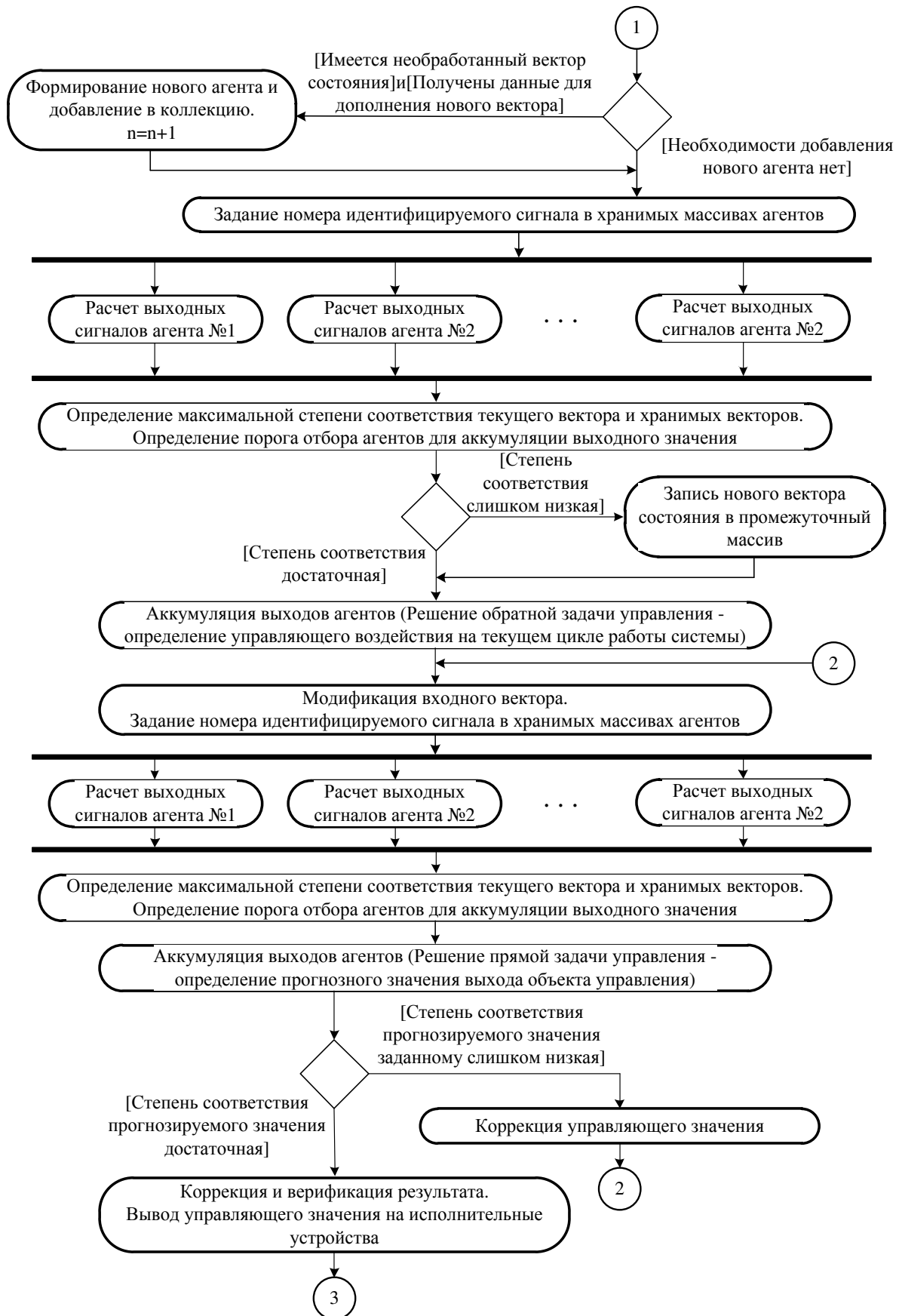


Рис. 6. UML-диаграмма активности мультиагентного регулятора (продолжение)



В табл. 1 показана предлагаемая функция отбора, влияние которой на итоговый результат будет проверено ниже.

Таблица 1

**Функция зависимости порога отбора агентов от максимальной степени соответствия**

Максимальная степень соответствия (Max_alfa)	Порог отбора агентов (threshold)	Максимальная степень соответствия (Max_alfa)	Порог отбора агентов (threshold)
<0,3	0,25	>=3	0,7
>=0,3	0,3	>=7	0,8
>=0,5	0,4	>=15	0,85
>=0,9	0,55	>=30	0,9
>=1,5	0,6	>=100	0,95

Для экспериментального исследования предложенной концепции на основании разработанной UML-диаграммы активности мультиагентного регулятора написано управляющее программное обеспечение. В среде Matlab/Simulink разработаны модели процессов и подключены программные модули, реализующие логику работы мультиагентного интеллектуального регулятора.

В качестве тестового объекта управления было взято динамическое звено второго порядка, последовательно соединенное с звеном чистого запаздывания. Объект характерен тем, что классический ПИД-контроллер имеет принципиальные ограничения по реализации точных и плавных переходных процессов. Передаточная функция объекта имеет вид:

$$W(s) = e^{-\tau s} \frac{K}{T^2 s^2 + 2\xi T s + 1} = e^{-1,5s} \frac{1,4}{2s^2 + 1,2s + 1} \quad (5)$$

На первом этапе была предпринята попытка оценить точность идентификации объекта (5) в соответствии с предложенной моделью. Рис. 7 показывает структуру Simulink-модели для формирования первичных экспериментальных данных и самообучения мультиагентной системы. Блок “1-D Lookup Table” является возможным источником входных сигналов для объекта управления. Блоки подсистем “Subsystem” и “Subsystem1” содержат модули задержки и модули расчета весовых коэффициентов  $W^j$ , что позволяет сформировать данные, достаточные для формирования агентов по схеме рис. 4.

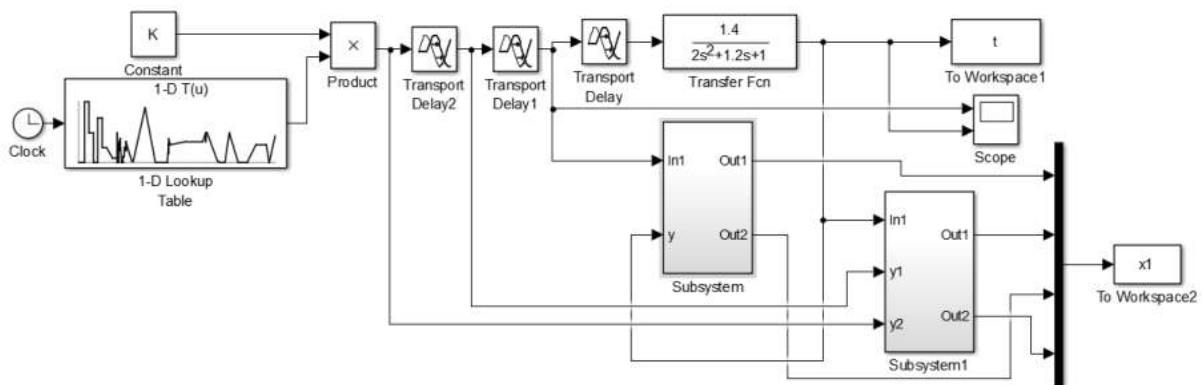


Рис. 7. Simulink-модель получения первичных экспериментальных данных

Весовые коэффициенты составляющих сигнального вектора, который характеризует состояние процесса, вычисляются как отношение производной управляемой переменной к производной составляющей вектора:

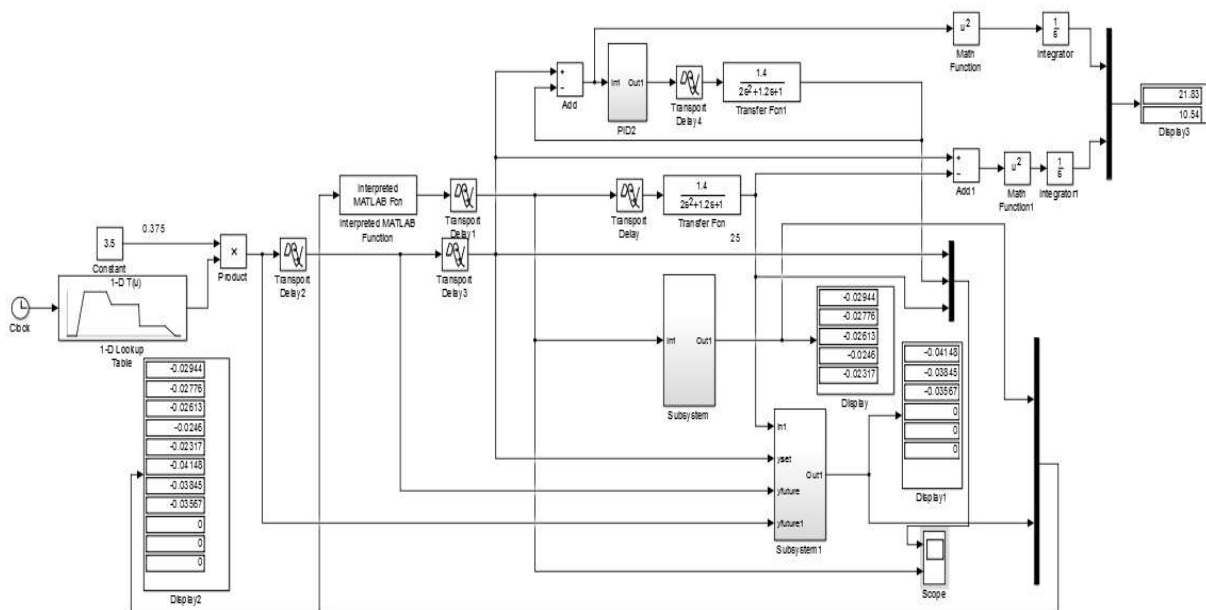
$$W^j = \frac{dy_i^{out}}{dy_i^j} \quad (6)$$

С помощью скрипт-файла выполнялась обработка первичных данных массива x1 для создания ансамбля агентов. Количество созданных агентов определяется количеством характерных участков переходных процессов и пороговым значением для сигнала alfa, определяющим минимальную степень

соответствия агентов. Если по всему имеющемуся ансамблю степень соответствия агентов текущему вектору состояния слишком низкая, то создается новый агент, запоминаящий текущий вектор. Таким образом, скрипт-файл выполняет последовательный просмотр массива  $x_1$ , циклическое вычисление выхода агентов и добавление новых агентов в ансамбль.

Для исследуемого примера первичный массив содержал 8000 записей, порог создания был выбран на уровне 0,5. В результате было получено 160 агентов, которые по предложенной модели функционирования могут решать прямую и обратную задачи автоматического управления.

Затем, было исследовано качество аппроксимации переходного процесса объекта (4) мультиагентной системой с первичным набором агентов, полученных по схеме рис. 7. Для исследования качества идентификации объекта была составлена следующая Simulink-модель: рис. 8. Блоки Subsystem формируют текущий входной вектор состояния системы для мультиагентной системы. Параллельно с МАС моделируется работа классической системы автоматической стабилизации с ПИД-контроллером. Качественно результаты оцениваются по интегральному критерию максимальной точности.



**Рис. 8. Simulink-модель исследования качества идентификации объекта и автоматического управления с использованием мультиагентной системы**

Переходные процессы получены для замкнутой системы автоматического регулирования с ПИД-контроллером, имеющим настройки:

- коэффициент пропорциональной составляющей – 0,35;
- коэффициент интегральной составляющей – 0,3, ограничения значения интегратора [-5; 5];
- коэффициент дифференциальной составляющей – 1,2, ограничения [-4; 4].

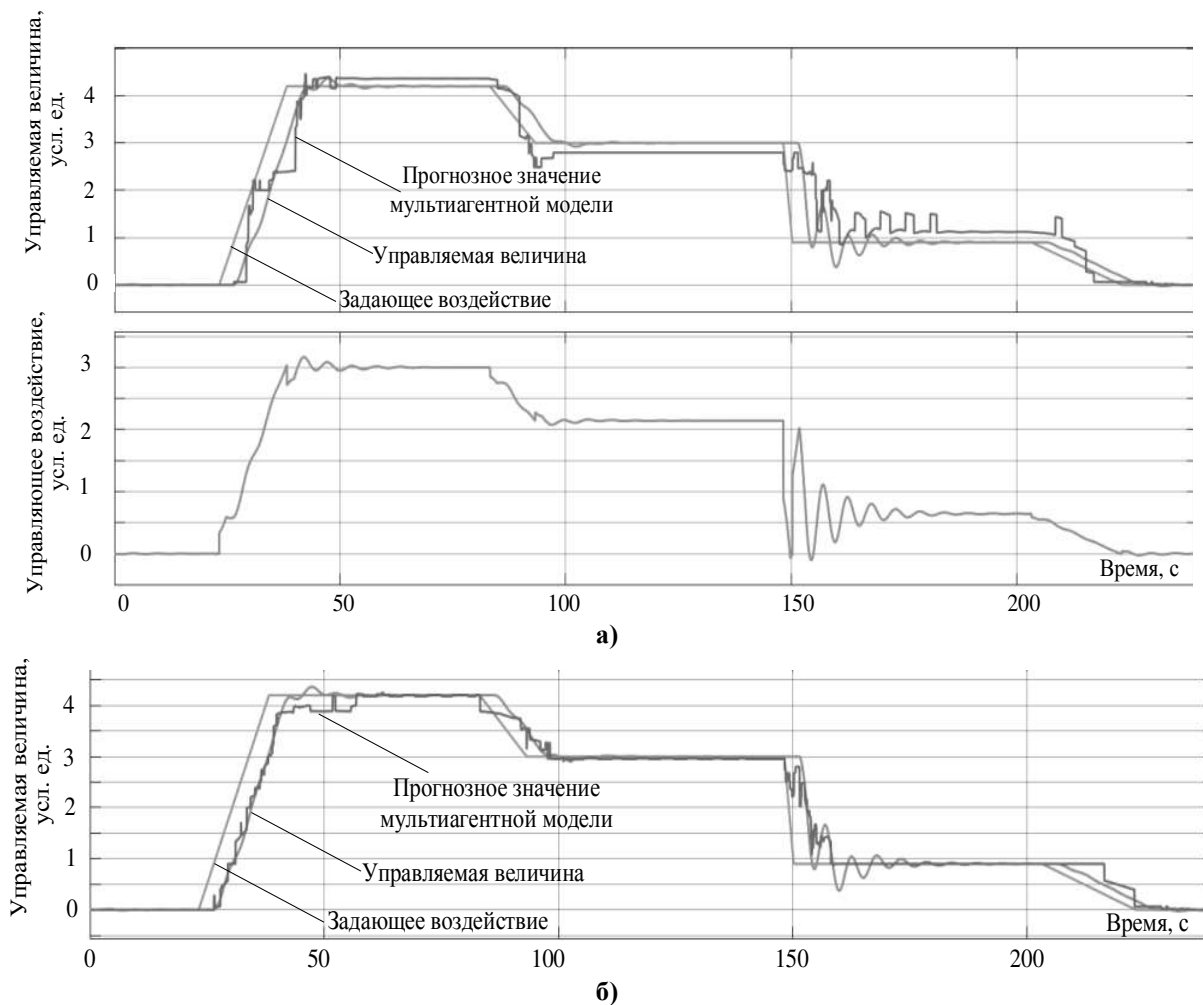
Величина задающего сигнала для контроллера была подобрана такой, что все установившиеся значения лежали внутри диапазона, задаваемого обучающей выборкой (рис. 7), но не совпадали полностью.

Рис. 9,а показывает качество решения прямой задачи и формирование прогнозного значения выхода объекта с дискретностью в 0,04 с.

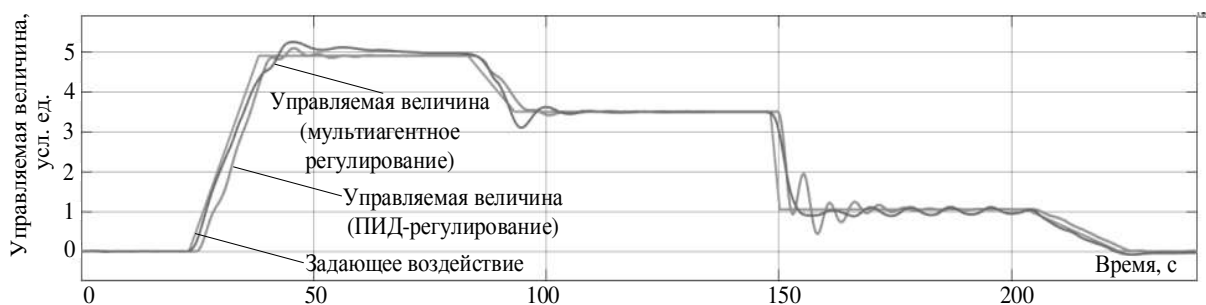
Как можно видеть, мультиагентная система с исходным набором агентов в установившихся режимах имеет статическую ошибку от 5 до 22 %. Если разрешить супервизорной процедуре генерировать и добавлять агенты в коллекцию при низкой точности решения, то происходит значительное снижение погрешности. На рис. 9,б заметно увеличение точности прогноза после однократного просмотра переходных процессов и увеличения количества агентов с 160 до 190. Абсолютное отличие прогноза от фактического значения составляет от 11% в переходных режимах до 0,1% в установившихся, что значительно лучше исходного варианта и удовлетворяет требованиям многих техпроцессов. Можно сделать вывод: если подобные ситуации, определяемые сигнальными векторами, появляются неоднократно, то за счет добавления агентов, погрешность прогноза мультиагентной модели асимптотически стремится к нулю.

После экспериментального подтверждения возможности мультиагентной системы идентифицировать прямые и обратные модели объектов управления, можно проверить возможность

решать задачи автоматического регулирования. Рис. 10 демонстрирует работу мультиагентного регулятора, который использует набор агентов, верифицированный на задаче моделирования и прогнозирования выхода объекта управления.



**Рис. 9. Результаты моделирования замкнутой системы:**  
**а – переходные процессы и их прогнозирование МАС с первичным набором агентов;**  
**б – переходные процессы и их прогнозирование МАС с дополненным набором агентов**



**Рис. 10. Результаты сравнительного исследования управления выходом колебательного динамического объекта второго порядка с звеном чистого запаздывания, мультиагентной системой и классическим ПИД-контроллером**

На демонстрируемом примере показана работа ПИД-контроллера, настроенного методом Зиглера-Николса, и для тех же задающих воздействий – работа мультиагентного регулятора. По критерию точности (интеграл квадрата рассогласования управляемой величины от заданного значения) система регулирования с ПИД-контроллером показывает значение 21,83, а мультиагентный регулятор –

10,54. Таким образом, мультиагентный регулятор для рассмотренного примера практически в 2 раза лучше и переходный процесс показывает меньшую колебательность.

Мультиагентный регулятор имеет принципиальное отличие от тех систем регулирования, работа которых основана на анализе рассогласования заданного выхода объекта управления и фактическим его значением. В процессе своей работы МАС учитывает:

- предыдущие значения важных величин (управляющих воздействий и регулируемого параметра), что позволяет идентифицировать текущее состояние системы;
- требуемое значение управляемого параметра на следующем такте (тактах) управления;
- значение управляющего воздействия, которое переведет выход объекта в требуемое состояние, получаемое как результат решения обратной задачи управления с помощью массивов агентов;
- проверка факта достижения цели управления на следующем такте с помощью решения прямой задачи управления;
- коррекция управляющего воздействия как на основе модельных вычислений, так и на основе анализа текущего рассогласования управляемой величины;
- физическое изменение управляющего воздействия выполняется только после его верификации на моделях, в том числе многократного.

В процессе проведения экспериментов было отмечено влияние величины временных промежутков и количества воспринимаемых отчетов сигналов на качество управления мультиагентным регулятором. Можно сформулировать следующие рекомендации:

- временной промежуток между отчетами сигналов следует выбирать как 50-80% от наименьшего значения между временем задержки объекта или 25-30% от периода свободных колебаний;
- количество отчетов прошлых значений сигналов 4–7, в зависимости от сложности траектории переходного процесса при использовании ПИД-контроллера;
- количество следующих значений задающего воздействия может быть от одного до трех;
- после добавления нового агента необходимо осуществить расчет весовых коэффициентов для данного конкретного случая.

#### **Выводы**

Разработана модель мультиагентной системы супервизорного типа с одноранговым набором агентов, осуществляющая идентификацию состояния динамического процесса по текущим и прошлым отчетам технологических сигналов. Каждый агент содержит свой запомненный вектор и массив весовых коэффициентов для каждой составляющей вектора. Свойство самообучения достигается путем добавления нового агента в коллекцию при обнаружении входного сигнального вектора с высокой степенью отличия от всех векторов, хранящихся в агентах.

За счет того, что агенты формируют сигнал степени соответствия текущего состояния тому, на который они настроены, производится аккумуляция искомого значения по всему набору агентов методом упрощенного центра тяжести, что позволяет идентифицировать текущее или будущее состояние процесса.

При работе с векторами, составленными из отчетов сигналов в прямом канале управления и канале обратной связи, становится возможным с помощью мультиагентной системы осуществлять предикторное управление динамическим объектом.

Разработан метод синтеза управляющих программ, основанный на автоматическом построении вычислительной модели динамического объекта, с помощью которой решается прямая и обратная задачи управления, что позволяет рассчитать воздействие на процесс и спрогнозировать реакцию объекта. Рассогласование между заданным и прогнозным значениями управляемой величины позволяет скорректировать управляющие воздействия до их фактической выдачи на исполнительные устройства. Функции самообучения и прогнозирования выхода объекта обеспечивают свойства интеллектуальности системы управления, что снижает издержки создания и модернизации систем управления технологическими линиями.

На модельных экспериментах показана работоспособность мультиагентной системы в качестве вычислительной модели динамического объекта управления и в качестве интеллектуального регулятора.

Применение разработанной архитектуры МАС позволяет упростить синтез систем управления промышленными объектами, имеющих запаздывание в контурах регулирования, свойства колебательности и нелинейности. Принципиальное отсутствие ограничения мерности позволяет реализовывать многосвязное управление и упростить согласование работы нескольких контуров регулирования. Модель МАС обладает свойствами масштабируемости, что делает возможным решение различных задач автоматического управления по единому шаблону.

## Список использованной литературы

1. Барский Л. А., Козин В. З. Системный анализ в обогащении полезных ископаемых. М.: Недра, 1978. – 486 с.
2. Гончаров Ю. Г., Давидкович А. С. Автоматический контроль и регулирование на железорудных обогатительных фабриках. М.: Недра, 1968. – 227 с.
3. Lutsenko I. Systems engineering of optimal control I. Synthesis of the structure of the technological product conversion system (part1) / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014. Vol. 6. Issue 2 (72). PP. 29–37. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28724
4. Lutsenko I. Optimal control of systems engineering. Development of a general structure of the technological conversion subsystem (part 2) / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2015. Vol. 1. Issue 2 (73). PP. 43–50. doi: 10.15587/1729-4061.2015.36246
5. Fuchs F., Thiel K. Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment. McGraw-Hill Education, 2009. 274 p.
6. Wang H., Karimi H. R., Liu P. X., Yang H. Adaptive Neural Control of Nonlinear Systems With Unknown Control Directions and Input Dead-Zone / IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems. 2018. Volume 48. Issue 11. PP. 1897-1907. doi: 10.1109/TSMC.2017.2709813
7. Patan Krz., Patan M., Kowalów D. Neural networks in design of iterative learning control for nonlinear systems / IFAC-PapersOnLine. 2017. Volume 50. Issue 1. PP. 13402-13407. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2277>
8. Михайленко В. С., Ложечников В. Ф. Анализ методов разработки нечётких САР для управления сложными взаимосвязанными объектами. ААЭКС. 2009. №1. Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. URL: <http://aaecs.org/mihailenko-vs--lojchnikov-vf-analiz-metodov-razrabotki--nechetkih--sar-dlya-upravleniya-slojnymi-vzaimosvyazannimi-obektami.html> (дата обращения 10.07.2019).
9. Михайленко В. С., Харченко Р. Ю. Использование нечёткого алгоритма Такаги-Сугено в адаптивных системах управления сложными объектами / Штучный интеллект. 2011. №2. – С. 53-59.
10. Мишин А. А., Нефедов Н. Ю., Петров С. П. Методы построения баз знаний для управления нелинейными динамическими системами / Системный анализ в науке и образовании [Электронный журнал]. 2011. № 2. С. 1-34.
11. Lee T. H., Adams G. E., Gaines W. M. Computer process control: modeling and optimization. New York: Wiley, 1968. 386 p.
12. Каграманян С. Л., Давидкович А. С., Малышев В. А. и др. Моделирование и управление горнорудными предприятиями. М. : Недра, 1989. 360 с.
13. Bellifemine F. L., Caire G., Greenwood D. Developing multi-agent systems with JADE. John Wiley & Sons, 2007. Vol. 7.
14. Yao Ch. et al. Multi-agent systems with dynamical topologies: Consensus and applications / IEEE circuits and systems magazine. 2013. Vol. 13. No. 3. P. 21–34.
15. Konokh I., Oksanych I., Istomina N. Automatic Search Method of Efficiency Extremum for a Multi-stage Processing of Raw Materials / Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. Springer, Cham, 2019. PP. 225-241. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26474-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26474-1_17)
16. Конох И. Представление образов динамических процессов в системах автоматического управления с помощью самонастраивающихся агентов / Автоматизированные системы управления приборы автоматки. Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Харьков, 2014. Вып. 167. С. 29–38.

## References

1. Barskii L.A., Kozin V.Z. Sistemnyi analiz v obogashchenii poleznykh iskopaemykh [System analysis in mineral processing]. Moscow, Nedra, 1978. 486 p.
2. Goncharov Iu.G., Davidkovich A.S. Avtomaticheskii kontrol i regulirovanie na zhelezorudnykh obogatitelnykh fabrikakh [Automatic control and regulation at iron ore processing plants]. Moscow, Nedra, 1968. 227 p.
3. Lutsenko I. Systems engineering of optimal control I. Synthesis of the structure of the technological product conversion system (part1). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2014, vol. 6, issue 2 (72), pp. 29–37. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28724
4. Lutsenko I. Optimal control of systems engineering. Development of a general structure of the technological conversion subsystem (part 2). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2015, vol. 1, issue 2 (73), pp. 43–50. doi: 10.15587/1729-4061.2015.36246
5. Fuchs F., Thiel K. Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment. McGraw-Hill Education, 2009. 274 p.

6. Wang H., Karimi H.R., Liu P.X., Yang H. Adaptive Neural Control of Nonlinear Systems With Unknown Control Directions and Input Dead-Zone. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2018, volume 48, issue 11, pp. 1897-1907. doi: 10.1109/TSMC.2017.2709813
7. Patan Krz., Patan M., Kowalów D. Neural networks in design of iterative learning control for nonlinear systems. *IFAC-PapersOnLine*, 2017, volume 50, issue 1, pp. 13402-13407. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2277>
8. Mikhailenko V.S., Lozhechnikov V.F. Analiz metodov razrabotki nechetkikh SAR dlia upravleniia slozhnymi vzaimosviazannymi obektami [Analysis of the development methods of fuzzy ATS for managing complex interconnected objects]. *Avtomatika. Avtomatizatsiia. Elektrotekhnicheskie komplekxy i sistemy* [Automation. Automation. Electrical complexes and systems], 2009, №1. Available at: <http://aaecs.org/mihailenko-vs--lozhechnikov-vf-analiz-metodov-razrabotki--nechetkih--sardlya-upravleniya-slojnimi-vzaimosvyazannimi-obektami.html> (Accessed 10.07.2019).
9. Mihailenko V.S., Harchenko R.Y. Using of Takagi-Sugeno Fuzzy Logic in the Adaptive System for Controlling Complex Objects. *Artificial intelligence*, 2011, №2, pp. 53-59.
10. Mishin A., Nefedov N., Petrov S., Polunin A., Litvitseva L. Methods of knowledge bases design for nonlinear dynamic systems control. *System analysis in science and education: electronic journal*, 2011, № 2, pp. 1-34. Available at: <http://sanse.ru/download/85> (Accessed 10.07.2019).
11. Lee T.H., Adams G.E., Gaines W.M. *Computer process control: modeling and optimization*. New York: Wiley, 1968. 386 p.
12. Kagramanian S.L., Davidkovich A.S., Malyshev V.A. & etc. *Modelirovanie i upravlenie gornorudnymi predpriiatiami* [Modeling and management of mining enterprises]. Moscow, Nedra, 1989. 360 c.
13. Bellifemine F. L., Caire G., Greenwood D. *Developing multi-agent systems with JADE*. John Wiley & Sons, 2007. Vol. 7.
14. Chen Y., Lu J., Yu X., Hill D.J. Multi-agent systems with dynamical topologies: Consensus and applications. *IEEE circuits and systems magazine*, 2013, vol. 13, no. 3, pp. 21-34.
15. Konokh I., Oksanych I., Istomina N. Automatic Search Method of Efficiency Extremum for a Multi-stage Processing of Raw Materials. *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making*. Springer, Cham, 2019. PP. 225-241. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26474-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26474-1_17)
16. Konokh I. Representation of images of dynamic processes in automatic control systems using self-tuning agents. *Management Information System and Devises*, 2014, iss. 167, pp. 29–38.

УДК 621.7/9

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.6>

В.А. СОШКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-1788-0855

І.П. СИМІНЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-7567-6062

## КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ВОДОРОДНУЮ ПЛАЗМУ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЙ ЖИДКОСТИ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ

Рассматриваются вопросы снижения энергозатрат на процесс механической обработки металлов. Обсуждаются химические превращения СОТС, на конечном этапе которых создается углерод и водород в активных формах. Установлено, что в образцах, полученных в результате резания металла с применением данной технологии, регистрировался процесс десорбции водорода. Экспериментальный материал дает основание считать, что адсорбция поверхностно-активной среды на металле, который деформируется, не является определяющим фактором в облегчении процесса деформации, а только первым этапом преобразования среды.

Теплота является одним из основных физических показателей процесса резания. Её основными источниками являются пластическая деформация, происходящая прежде всего в зоне максимальных сдвигов, и трение в зонах контакта инструмента со стружкой и заготовкой.

Превращение среды из физически активной в радикально активную обуславливается наложением и взаимодействием нескольких «внутренних» и «внешних» физических явлений, возникающих в зоне динамического контакта инструмента с обрабатываемым металлом.

Решающую роль в снижении прочности металлов решают активные формы водорода. Установлено, что вспомогательными факторами облегчения процесса резания является температура, эмиссия электронов, каталитически-активная поверхность разрушаемого металла действует в комплексе на поверхностно-активную жидкость, переводя ее в новое радикальное состояние - водородную плазму.

Отмечено, что адсорбция поверхностно-активной среды на обрабатываемом металле, деформируется, не является конечным определяющим фактором в облегчении процесса деформации и разрушения при резании, а только первым, но очень важным элементом в системе многоступенчатых химических превращений технологической среды. При термодеструкции полимерной присадки СОТС на нагретых поверхностях металла, на промежуточных стадиях химических реакций образуются продукты, обладающие чрезвычайно высокой химической активностью, а именно: водород в активных формах, радикалы и относительно стабильные соединения.

Ключевые слова: Водород, десорбция, обработка металла, прочность, разрушение, поверхностно-активная среда, СОТС.

В.О. СОШКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-1788-0855

І.П. СИМІНЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-7567-6062

## КИНЕТИКА І МЕХАНІЗМ ПЕРЕТВОРЕННЯ В ВОДНЕВІЙ ПЛАЗМІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНОЇ РІДИНИ В ЗОНІ РІЗАННЯ

Розглядаються питання зниження енерговитрат на процес механічної обробки металів. Обговорюються хімічні перетворення МОТЗ, на кінцевому етапі яких створюється вуглець і водень в активних формах. Встановлено, що в зразках, отриманих в результаті різання металу із застосуванням даної технології, реєструвався процес десорбції водню. Експериментальний матеріал дає підставу вважати, що адсорбція поверхнево-активного середовища на металі, деформується, не є визначальним фактором в полегшенні процесу деформації, а тільки першим етапом перетворення середовища.

Теплота є одним з основних фізичних показників процесу різання. Її основними джерелами є пластична деформація, яка відбувається насамперед у зоні максимальних зрушень, і тертя в зонах контакту інструменту зі стружкою і заготовкою.

*Перетворення середовища з фізично активної в радикально активну обумовлюється накладенням і взаємодією декількох «внутрішніх» і «зовнішніх» фізичних явищ, що виникають в зоні динамічного контакту інструменту з оброблюваним металом.*

*Вирішальну роль в зниженні міцності металів вирішують активні форми водню. Встановлено, що допоміжними факторами полегшення процесу різання є температура, емісія електронів, каталітично активна поверхня руйнується металом діє в комплексі на поверхнево-активна рідина, переводячи її в нове радикальне стан - водневу плазму.*

*Відзначено, що адсорбція поверхнево-активного середовища на металі, деформується, не є кінцевим фактором в полегшенні процесу деформації і руйнування, а тільки першим, але дуже важливим елементом в системі багатоступневих хімічних перетворень середовища. При термодеструкції полімерної присадки МОТЗ на нагрітих поверхнях металу, на проміжних стадіях хімічних реакцій утворюються продукти, що володіють надзвичайно високою хімічною активністю, а саме: водень в активних формах, радикали і відносно стабільні з'єднання.*

*Ключові слова: Водень, десорбція, обробка метала, міцність, руйнування, поверхнево-активне середовище, МОТЗ.*

V.A. SOSHIKO

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-1788-0855

I.P. SIMINCHENKO

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-7567-6062

## KINETICS AND MECHANISM OF TRANSFORMATION IN A HYDROGEN PLASMA OF A SURFACE-ACTIVE LIQUID IN THE CUTTING AREA

*The issues of reducing energy costs for the process of metal machining are considered. The chemical transformations of cutting emulsion are discussed, at the final stage of which carbon and hydrogen in active forms are created. It was found that in the samples obtained as a result of metal cutting using this technology, the process of hydrogen desorption was recorded. The experimental material gives reason to believe that the adsorption of a surface-active medium on a metal is deformed, is not a determining factor in facilitating the deformation process, but only the first stage of the transformation of the medium.*

*Heat is one of the main physical indicators of the cutting process. Its main sources are plastic deformation, which occurs primarily in the zone of maximum displacements, and friction in the zones of contact of the tool with the chips and the workpiece.*

*The transformation of the medium from physically active to radically active is due to the superposition and interaction of several "internal" and "external" physical phenomena that occur in the zone of dynamic contact of the tool with the metal being processed.*

*The decisive role in reducing the strength of metals is solved by the active forms of hydrogen. It has been established that auxiliary factors to facilitate the cutting process are temperature, electron emission, and the catalytically active surface of the metal being destroyed acts in complex on the surface-active liquid, transferring it to a new radical state - hydrogen plasma.*

*It is noted that the adsorption of a surface-active medium on a metal that is deformed is not the final factor in facilitating the process of deformation and fracture, but only the first, but very important element in the system of multi-stage chemical transformations of the medium. During thermal degradation of the polymer additive cutting emulsion on heated metal surfaces, at the intermediate stages of chemical reactions, products are formed that have extremely high chemical activity, namely hydrogen in active forms, radicals, and relatively stable compounds*

*Keywords: Hydrogen, desorption, metalworking, durability, fracture, surfactant, cutting emulsion.*

### Постановка проблеми

Експериментальними дослідженнями, результати яких аналізуються в роботі [1], було встановлено, що 1,0 – 1,5% високомолекулярного соединения (наприклад, поліетилену или поливинилхлорида) в смазочно-охлаждающее технологическое средство (СОТС), в его модельную жидкость, или в жидкость, которая является основой СОТС (вода, индустриальное масло), происходит многократное снижение энергозатрат на процесс механической обработки металлов резанием или давлением, а также изменение других параметров, характеризующих обрабатываемость металла.

Полученные данные имеют огромное практическое значение [2], так как отсюда следуют непосредственные рекомендации поиска эффективных присадок к СОТС среды полимерных соединений.

Такой необходимый шаг к созидательному изменению свойств твердого тела может быть сделан после раскрытия механизма скачкообразного изменения эффективности жидкости при добавлении в ее



состав полимера, не изменяется ни ее химсостав, ни ее адсорбционная активность. Имеются также все основания полагать, что подобные исследования дадут возможность выявить скрытые резервы, заложенные в эффекте влияния среды на физические и механические свойства твердых тел, с целью наиболее полного их использования в технологических процессах обработки, с более высокой эффективностью и экономичностью.

#### **Анализ исследований и публикаций**

Прогресс в изучении твердых тел и представлений о влиянии на процессы их деформации и разрушения сред различной физической и химической активности, находящихся в различных фазовых состояниях, позволили выдвинуть гипотезу о пиролитических превращениях полимерной составляющей СОТС, которые могут осуществляться под влиянием температуры образующейся в процессе резания в зоне контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом [1]. При этом предполагалось что на последнем этапе химических преобразований СОТС, в составе которой содержатся высокомолекулярные цепи полимера, построенные, в основном, из атомов углерода и водорода (например, полиэтилен), будут образовываться активные формы углерода и водорода ( $H^+$  и  $H^-$ ). Это означает что исходная жидкость с несколькими десятками растворенных и эмульгированных в ней компонентов преобразуется в новое фазовое состояние – водородную плазму.

#### **Формулирование цели исследования**

Согласно предложенной гипотезы параллельно в химической активацией среды должна происходить перманентная карбонизация режущей кромки инструмента, а также наводороживание металла в области его пластической деформации перед кончиком микротрещины и активное участие водорода в термо-механо-химическом (ТМХО) процесса разрушения.

Все это позволяет считать, что решающая роль в изменении прочности металла под влиянием физически активной полимерсодержащей СОТС отводится на процессу физической адсорбции, как утверждается общепринятой теорией адсорбционного облегчения деформации и разрушения [3-6], а частицам водорода, обладающими электрическим зарядом.

В предположении, что эксперимент в будущем подтвердит справедливость выдвинутой гипотезы ее основные положения легли в основу разработки способа термо-механо-химической обработки (ТМХО) и создания различных рецептур СОТС, а также организовано их серийное производство и промышленное применение [2].

Несмотря на то, что уже на первом этапе работы в пользу этой гипотезы были получены разносторонние и весьма обнадеживающие экспериментальные данные [1] она безусловно нуждалась и нуждается в дальнейшей проработке и апробации.

Следует отметить, что такие исследования имеют и большую методическую привлекательность, которая состоит в следующем: последовательно проходя в процессе деструкции полимерной составляющей СОТС понижающиеся величины молекулярной массы, полимер тем самым проходит через различные физические состояния, уподобляясь на определенных этапах низкомолекулярным веществам, которые входят в состав СОТС в качестве основных присадок углеводородного происхождения. Следовательно результаты таких исследований могут быть использованы как при разработке СОТС на высокомолекулярной так и низкомолекулярной основах.

В этой связи в данной работе сделана попытка в гипотетических очертаниях хотя бы качественно увязать последовательно протекающие с большой скоростью превращения среды от исходной, физически активной, до химически активной, радикальной.

Превращение среды из физически активной в радикально активную обуславливается наложением и взаимодействием нескольких «внутренних» и «внешних» физических явлений, возникающих в зоне динамического контакта инструмента с обрабатываемым металлом. К ним следует отнести: высокую температуру, экзoeлектронную эмиссию, непрерывно образующуюся в результате разрыва межатомных сил связей при разрушении металла чистую, каталитически активную поверхность, возникновение термотока в системе замкнутой электрической цепи «станок -инструмент - обрабатываемый металл» и конечно же, многообразный ассортимент СОТС, отличающийся разнообразием химического состава. Отметим, что ассортимент СОТС насчитывает около 200 наименований, представляющих собой многокомпонентные системы, содержащие комбинацию присадок различного химического состава, определяющие их различное функциональное и вспомогательное назначение.

Поэтому познание законов такого исключительно сложного по своей многоплановости и экстремальности условий протекания процесса, каковым является процесс резания металла при непрерывном поливе жидкости, содержащей несколько десятков компонентов, чрезвычайно затруднено. В связи с этим исследования, в рамках данной работы, были ограничены и сконцентрированы главным образом на детальном изучении факторов, кардинально изменивших активность СОТС, в результате чего, как нам представляется, возможно получить предельно максимальный эффект от влияния СОТС на процесс резания или вообще на разрушение твердого тела.

### Изложение основного материала исследования

Эти же обстоятельства ограничили и выбор полимера в качестве присадки к СОТС. Исследовались алифатические предельные полимеры: полиэтилен ( $-\text{CH}_2 - \text{CHCl}-$ ). Их выбор обусловлен тем, что они дают возможность проследить изменение механизма влияния среды при неизменном ее химическом составе, но с возрастающей молекулярной массой от низкомолекулярных соединений (гептан) до высокомолекулярных (полиэтилен) с молекулярной массой, превышающей  $100 \cdot 10^3$ . С другой стороны полиэтилен (ПЭ), являясь простейшим органическим полимером и обладая невысокой термостойкостью легко деструктурирует с образованием активных форм углерода и водорода [7] высокая концентрация, которых в области разрушения, по-видимому, влияет на перестройку и разрыв сил связей между атомами, что должно вызывать, по сравнению с низкомолекулярным аналогом (гептан), скачкообразное снижение прочности.

Что касается поливинилхлорида (ПВХ), то он, кроме углерода, и хлорированного водорода, дает еще хлор, который является хорошим антисептиком и должен способствовать повышению устойчивости СОТС к различным грибковым заболеваниям.

Основываясь на перечисленных соображениях было выделено и изучались только основные процессы активации среды на примере ПЭ и ПВХ, как наиболее перспективные полимеры для применения в качестве добавок к СОТС, или для разработки новых СОТС на их основе.

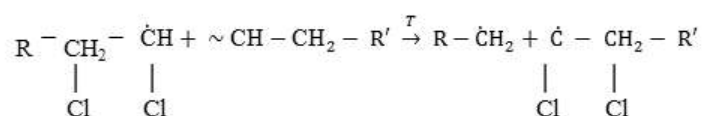
Теплота является одним из основных физических показателей процесса резания. Её основными источниками являются пластическая деформация, происходящая прежде всего в зоне максимальных сдвигов, и трение в зонах контакта инструмента со стружкой и заготовкой.

Металлические поверхности, на которых происходит конденсация СОТС, имеют различную температуру, изменяющуюся в зависимости от вида и параметров механической обработки, а также свойств обрабатываемого металла в широком диапазоне от комнатной, а иногда, практически до температуры плавления обрабатываемого металла.

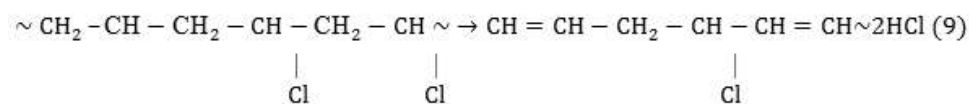
Известно, что с повышением температуры возрастает интенсивность всех видов молекулярного движения, что приводит к разложению химических соединений.

Вещество с большей молекулярной массой, но одного химического состава теряет свою устойчивость при более низкой температуре. Например, ПЭ высокого давления термоустойчив приблизительно до температуры  $290^\circ\text{C}$ , с последующим выделением значительных количеств летучих продуктов, а низкомолекулярные линейные углеводороды теряют устойчивость только при температуре более  $600^\circ\text{C}$  [7]. Если сопоставить энергию отрыва атома водорода в ряду насыщенных углеводородов, то в сравнительных единицах она составит для гептана 11, а для полимера, например, полиэтилена 3, поливинилхлорида 2 единицы [8]. Основная причина такого различия состоит в том, что в полимерных молекулах часто встречаются термолabile структурные аномалии, на которых могут легко инициироваться как типичные реакции, так и иные, совершенно неожиданные процессы. Кроме этого, многие реакции, типичные для низкомолекулярных соединений, превращаются в полимерах в ценные процессы, что обуславливается специфическим строением полимеров. Существенное отличие в механизме химических реакций низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений обеспечивает, по-видимому, многократное превышение концентрации радикально активных, обладающих электрическим зарядом частиц водорода и приводит к повышению эффективности СОТС при введении в его состав полимера.

Следует отметить, что устойчивость полимеров к нагреванию, скорость их термического распада и характер образования продуктов зависит от химического строения цепи полимера. Однако первой стадией процесса всегда является образование макрорадикалов в результате разрыва наиболее напряженных и ослабленных связей в макромолекуле. В дальнейшем макрорадикалы вовлекаются в реакцию передачи цепи, т.е. передачи неспаренного электрона с образованием нового свободного радикала и макромолекулы с пониженной молекулярной массой. Установлено, что каждый радикал способен инициировать радикальную реакцию, приводящую к разрыву около 10000 полимерных цепей [10]. Так например [9], для ПВХ реакция идет по следующему направлению:



Одновременно с этим происходит отщепление боковой группы (Cl) от основной цепи с образованием двойных связей в цепи и выделением галоген – водорода:

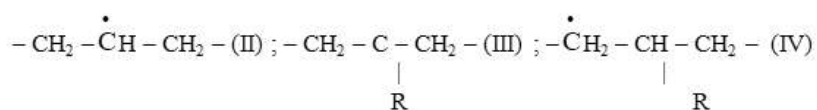


Вероятность протекания выборочных реакций зависит, конечно, от реакционной способности реактивов и взаимодействующих с ними молекул, а также от возможности столкновений реагирующих частиц.

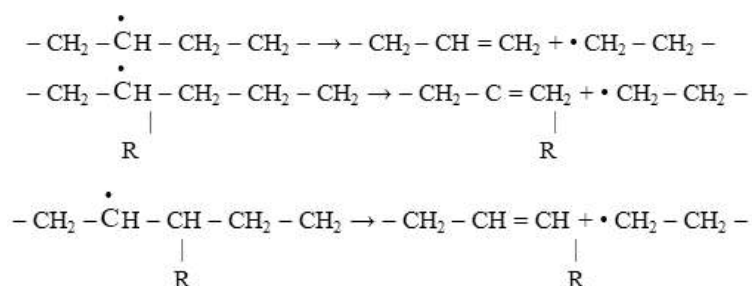
Радикалы перемещаются от одной цепи (или фрагмента цепи) к другой путем отрыва атома водорода до тех пор, пока не сблизятся достаточно для того, чтобы произошла реакция.

Для (ПЭ) этот процесс схематически можно представить следующим образом [12]. Сначала происходит образование первичных радикалов при разрыве молекул  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\cdot$  (I)

Первичные радикалы легко реагируют с молекулами П.Э., отрывая водород с образованием серединных радикалов. Отрыв водорода может привести к образованию радикалов трех типов:



Эти радикалы далее реагируют следующим образом:



Образующиеся концевые макро-радикалы в свою очередь реагируют с макромолекулами, что сопровождается распределением энергии вдоль цепей. В приведенной схеме число разрывов значительно превышает количество макро-радикалов, образовавшихся непосредственно при воздействии температуры.

На основании изложенного, деструкцию ПЭ следует представлять как процесс, который развивается путем непрерывного разрыва и рекомбинации макромолекул с образованием разветвлений и поперечных связей. При этом в зоне химической реакции повышается температура и образуется водород.

Следовательно, согласно развиваемой модели деструкция полимеров, которые можно рекомендовать в качестве присадки к СОТС должна быть ценным радикальным процессом. Это только одно из основных требований, которое обеспечит высокую концентрацию водорода в зоне разрушения.

Проведенные исследования в этом направлении [1] показали, что при введении ПЭ или ПВХ в СОТС, или в воду и применяя ее, как модель СОТС, в зоне резания образуется газовая смесь, состоящая из химических элементов, входящих в состав в цепи полимера в различных сочетаниях от С до С<sub>12</sub> и водорода (ПЭ), а также водорода и хлористого водорода (ПВХ).

В процессе механической обработки стали на режущих кромках инструментов накапливалась также углеродистая масса, как продукт распада ПЭ и ПВХ. Углеродистая масса, разделяя трущиеся поверхности значительно снижает трение, и кроме этого, углерод диффундируя в режущие кромки инструмента образует твердые карбиды, способствуя тем самым повышению износостойкости инструмента [1].

При чем, количество водорода в газовой смеси было очень значительным и иногда достигало 90% [11,12].

Таким образом, при термодеструкции полимерной присадки СОТС на нагретых поверхностях металла, на промежуточных стадиях химических реакций образуются продукты, обладающие чрезвычайно высокой химической активностью, а именно: водород в активных формах, радикалы и относительно стабильные соединения.

Н.Н. Семеновым было установлено [13], что образование таких промежуточных продуктов высокой активности является дополнительным источником активных частиц и реакция приобретает

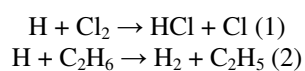
самоускоряючийся характер. В результаті самоускоряючоїся ланцюгової реакції, протікаючої навіть в ізотермічних умовах, відбувається утворення великих концентрацій активних частинок, що складають водородну плазму.

Розрахунки, наведені в роботі [14] показують, що кількість протонів, атомів і радикалів, а відповідно і швидкість реакції в цьому випадку зростає за експоненціальним законом  $e^{\alpha t}$ , де  $\alpha$  – коефіцієнт розгалуження, визначається різницею між ймовірністю розгалуження ланцюга і його обриву на поверхні нагрітого металу, з якою контактує макроланцюг полімера.

Тут важливо підкреслити, що проміжні речовини не призводять до неограниченого розвитку ланцюгової реакції в зв'язі з тим, що на певній стадії вона обривається внаслідок загибелі активних центрів в результаті їх адсорбції на металі або зіткнень між собою в об'ємі суміші.

Найбільш важливо однак, що перші акти розриву полімерних молекул довжиною порядку сотні ангстрем крім того, що вони ініціюють хімічні вільно радикальні процеси [15,16], велика частина (приблизно 80%) запасеної в «половинах» розірваного фрагмента енергії виділяється в вигляді тепла [17]. Враховуючи згадані вище ланцюгові характеристики деструктивних процесів, коли внаслідок розпаду першої молекули передача вільних радикалів веде до швидкого розпаду сотень сусідніх молекул [18], і відповідно, до «групового» теплового виділення, можна зробити висновок, що в об'ємі такого полімера відбуваються особливі теплові мікроривні.

В якості прикладу наведемо реакцію молекул вуглеводородів з атомами або радикалами, коли виділяється енергія перевищує більш ніж на порядок витрачену на реакцію [14,15]:



Для реакції (1) необхідно витратити 2 ккал/моль, а звільняється 57 ккал/моль. Для другого випадку, для реакції необхідно витратити 9,5 ккал/моль, а звільняється 98 ккал/моль [21].

Разом з тим взаємодія між частинками нерадикальної природи при розриві зв'язі не призводить до значущого виділення енергії.

В цьому випадку потрібно подолати високий енергетичний бар'єр і хімічна реакція не може відбуватися з помітною швидкістю. Наприклад, для реакції  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$  витрачається 40 ккал/моль, а утворюється 138 ккал/моль.

При контакті низькомолекулярної органічної молекули з нагрітою металічною поверхнею в залежності від її природи, стану металічної поверхні і температури, контакт молекули може бути не ефективним навіть при дуже високій температурі (близько 1900 °С), а в інших умовах такої розпаду молекули відбувається з малою швидкістю.

При зіткненні молекул  $\text{C}_2\text{H}_2$  з металом (вольфрамом) вона прилипає до металу, коли метал нагріт до високої температури (1000 °С). В цьому випадку один з вуглецевих атомів молекули утворює зв'язок з металом, що призводить до локального утворення карбідів, інші атоми молекули (водород) негайно перерозподіляються між собою і вилітають в об'єм в вигляді більш простих молекул (наприклад  $\text{H}_2$  в випадку  $\text{C}_2\text{H}_2$  або  $\text{H}_2$  і  $\text{CO}$  в випадку  $\text{CH}_3\text{CHO}$  або  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ); вільні радикали при цьому не утворюються.

Таким чином мікроривні, які є постійним супутником хімічної активації полімерної складової СОТС, супроводжуються виділенням тепла і збільшенням внутрішньої енергії системи, що призведе до зниження сумарної енергії, необхідної для руйнування твердого тіла, тобто сприятиме зниженню енергозатрат на процес різання.

Ініціювати і підтримувати хід хімічних перетворень полімерної присадки в процесі різання металу може також екзоелектронна емісія.

Відомо [10,14] що при руйнуванні металу, особливо в процесі різання, випромінюється потік електронів досягає  $6 \cdot 10^3$  імпульсів в хвилину, а їх енергія становить, приблизно,  $10^2$  еВ.

Оскільки енергія хімічних зв'язків в полімерах становить 2,5-4,0 еВ, то таке випромінювання здатне викликати розрив зв'язків основної макроланцюга полімера, відірвання заміщених груп, сшивання і т.д. В відмінність від термодеструкції реакції викликані лучистою енергією не є ланцюговим процесом. Під впливом випромінювання молекули полімера іонізуються і збуджуються. Збуджена молекула розпадається на радикали, а виділюється при цьому вторинний електрон – рекомбінує з утворенням іона полімера, а також взаємодіє з іншими молекулами, утворюючи нові іони.

Примітно, що також, як при впливі температури основним летучим продуктом при впливі потоку електронів на поліетилен є водород, а на полівинілхлорид–хлорид водорода, хлор і водород [1].

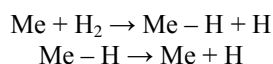
Таким чином, стає зрозуміло, що вплив температури в зоні різання, як і екзоелектронної емісії направлено на деструкцію макроланцюгів полімерної присадки СОТС, утворення проміжних активних продуктів.

Даже беглый и, естественно, неполный анализ проблем, которые исследуются на основе изучения систем жидкая или газовая среда – деформируемый металл дает основание полагать, что в дальнейшем, химические преобразования участников реакций продолжаются и заканчиваются на свежесформированных поверхностях металла в результате его разрушения. Этот вывод также подтверждается следующими экспериментальными данными.

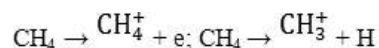
Известно [14], что механическое разрушение твердых тел является одним из способов получения ювелирной, чистой, каталитически активной поверхности. Такая поверхность обычно обладает повышенной химической активностью обусловленной присутствием различных типов активных центров - атомов, радикалов, некомпенсированных или напряженных сил связей между атомами. При этом, для протекания на таких поверхностях каталитической реакции важное значение имеет также и структура поверхности, т.е. тип симметрии и пространственное расположение атомов на поверхности, а также её «вторичная» структура- ступеньки, ребра и другие микротопологические особенности [12].

Изучение хемосорбции и простых химических реакций на поверхности, образованной в результате разрушения металла, показало [11], что при этом достигается весьма значительное повышение химической активности адсорбированных молекул. Так, например хемосорбция молекул водорода, азота и кислорода приводит к их диссоциации с образованием атомов и ионов даже при температуре - 188°C (в некоторых случаях и при температуре сжижения водорода -253°C). Диссоциация протекает очень быстро, практически без энергии активации.

Способность такой поверхности генерировать в объеме свободные атомы, а также заряженные частицы водорода ( $H^+$  и  $H^-$ ), особенно с повышением температуры, известна со времен ранних работ Ленгмюра, на основе которых был создан один из простых методов получения водорода в активных формах, а процесс этот идет по следующей двухстадийной схеме [12]:

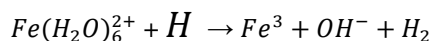


Низкомолекулярные углеводородные продукты, образующиеся в процессе химического преобразования среды, также дают атомарный водород. Например [11] молекула метана  $CH_4$ , которая образуется в процессе преобразования цепи полимера, сначала превращается в молекулярный ион  $CH_4^+$ , а затем в ион металла  $CH_3^+$  и атомный водород:



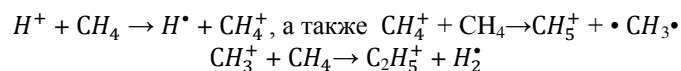
В работе [12] показано, что молекула  $C_2H_2$  хемосорбируется при нормальных условиях на чистом железе одним из своих углеродистых атомов, что приводит к локальному образованию карбида и ионизированного водорода.

В дальнейшем водородный атом может действовать как донор электрона ( $H \rightarrow H^+ + e^-$ ), а может участвовать в реакциях, отрывая второй водородный атом из гидратной оболочки иона металла [16]:



Ионизация атомов водорода на каталитической поверхности может идти несколькими путями и заканчивается образованием  $H^-$  и  $H^+$ . Если интенсивность силового поля недостаточна для полной ионизации водорода до протона, то атом водорода будет находиться в состоянии возбуждения и частичной ионизации.

Следует отметить, что положительные ионы обладают более высокой реакционной способностью, чем отрицательные. Простейшая реакция, которая идет с высокой скоростью передачи заряда (т.е. электрона) по следующей схеме [12,13]:



К наиболее важным реакциям ионов на поверхности металла следует отнести также возможную их внутреннюю перестройку и разложение, что приводит к образованию новых ионов, молекулярных продуктов и свободных радикалов. При этом, такие процессы, протекающие от момента образования первичных ионов завершаются всего за  $10^{-5}$  сек.

Параллельно с такими процессами некоторые ионы претерпевают нейтрализацию, обычно сопровождающуюся выделением значительного количества энергии. Вследствие этого продукты нейтрализации находятся в состоянии высокого возбуждения и способны участвовать в дальнейших реакциях, активируя даже молекулы исходного вещества или его промежуточные продукты, образующие

в процессе химических реакций. Необходимо отметить [13], что в этом случае выделяется значительное количество энергии, что должно влиять на тепловые функции атомов твердого тела, снижая, как уже отмечалось, усилия, необходимые для разрыва сил межатомных связей.

Известно [17,18], что каталитически активная поверхность металла не остается в процессе реакций химически неизменной. В действительности меняется не только состояние ее поверхности, но и в результате протекания самой реакции и адсорбции на ней атомов реагирующего вещества, ухудшается ее каталитическая активность. Это означает, что в нашем случае, при катализе на поверхности металла низкомолекулярных осколков макроцепи полимера, низкомолекулярных углеводородных молекул и др. На поверхности должен находиться адсорбированный слой углеродных атомов. В связи с этим, методом ОЖЕ спектроскопии исследовалась поверхность металлов (ст. 45, Fe, Ti, Co, Ni, Mo) после точения в СОТС с добавкой 1,5% ПЭ [1]. Установлено, что поверхности всех исследуемых металлов примерно, на 80-90% покрыта углеродом, концентрация которого непрерывно снижается по мере удаления от поверхности. И на глубине  $N 1000 \text{ \AA}$  химсостав материала становится равным его исходному состоянию. На поверхности образцов после точения в СОТС без полимера также обнаруживался углерод, однако концентрация его незначительна и составляла всего 8-12 атомных процентов.

Согласно гипотезы решающую роль в облегчении процессов деформации и разрушения в СОТС играет водород. Косвенным доказательством этого являются вышеизложенные данные об образовании водорода в зоне разрушения металла при его резании в СОТС. Поэтому, если гипотеза верна, то водород должен присутствовать в стружке и обработанной поверхности.

Для обнаружения водорода был применен метод температурно-программируемого нагрева образца (стружки или срез обрабатываемой поверхности), помещенного в вакуумный объем, с одновременной масс-спектрометрической регистрацией выделяющего водорода [16], если он действительно содержится в образце. Полученные при этом экспериментальные данные представляют собой зависимости сигнала масс-спектрометра на заданной массе (пропорционально скорости выхода водорода из образца) от температуры образца, которая поднималась со скоростью 0,5 к/с.

#### Выводы

Установлено [1], во всех образцах полученных в результате резания стали в СОТС с полимером регистрировался четкий сигнал масс- спектрометра, что соответствовало десорбции водорода из образца с повышением его температуры. В образцах после резания в СОТС без полимера также обнаруживался водород, однако его концентрация была значительно меньше, чем в образцах после обработки в СОТС с полимером.

Важно также отметить, что водород был зарегистрирован в образцах стали после их испытании в СОТС с полимером и без полимера на статическое растяжение и сжатие. А при испытании в тяжелой воде  $D_2O$  в образцах обнаруживался дейтерий.

Таким образом становится ясно, что постоянные спутники процесса резания температуры, эмиссия электронов, каталитически активная поверхность разрушаемого металла оказывая комплексное влияние на поверхностно-активную жидкость, переводится в новое, радикальное состояние – водородную плазму.

При этом химическая активация среды особенно ярко выражена, когда в жидкость вводится определенного состава строения и концентрации высокомолекулярное соединение. В этом случае макромолекулы полимера в составе СОТС не только значительно увеличивают выход конечного продукта химических реакций – водорода в активных формах, но и образуют на промежуточных химических реакциях атомы водорода, радикалы и относительно стабильные соединения, являющиеся дополнительным источником образования большой концентрации активных частиц.

Обширный экспериментальный материал, накопленный в такого рода исследованиях, аргументы приведенные в данной статье, дают основание считать, что адсорбция поверхностно-активной среды на деформируемом металле вовсе не является определяющим фактором в облегчении процесса деформации и разрушения, а только первым, хотя и чрезвычайно важным этапом, на пути многостадийных химических преобразований среды. Решающую роль в понижении прочности металлов в адсорбционных средах играют активные формы водорода.

#### Список использованной литературы

1. Сошко А. И. Смазочно-охлаждающие средства в механической обработке металлов. / Сошко В.А. – Херсон: Изд. Олди-плюс, 2008. – 388 с.
2. Лихтман В.Н. Физико-химическая механика материалов. / Шукин Е.Д., Ребиндер П.А. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 277 с.
3. Тугов И.И. Химия и физика полимеров. / Кострыкина Г.И. – М.: Изд. Химия, 1989, – 430 с.
4. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров. / Шершнев В. М., Изд. Высшая школа, 1988. – 311 с.
5. Справочник. Смазочно-охлаждающие средства для механической обработки металлов резанием, под ред. Энтелиса С.Г., М: Машиностроение, 1986. – 352 с.

6. Налбандян А.Б. Химическая кинетика и ценные реакции. К 70-летию академика Н.И. Семенова. – М.: Изд. Наука, 1966. – 603 с.
7. Семенов Н.И. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной особенности. – М.: Изд. Анегрр, 1958. – 317 с.
8. Корчин В.А., Слонимский Г.Л. ДАН СССР, 105, 1955. – 751 с.
9. Слонимский Г.Л. ЖВХО, 4, 1959, – 73 с.
10. Годовский Ю.К. Ср ТТ / Панков В.С., Слуцкер А.И. 13, №8, 1971, – 2289 с.
11. Soshko, V.A., Siminchenko, I.P. Transformation of the surface-active lubricating and cooling working media into the active radical forms in the cutting zone. *Fizyko-Khimichna Mekhanika Materialiv*, Vol. 51, No. 2, pp. 72–76, March–April, 2015. DOI: 10.1007/s11003-015-9833-9
12. Химические реакции полимеров. /Под ред. Е. Феттеса. – М.: Изд. «Мир», 1967. – 2537 с.
13. Сабо З.Г. Сб. Химическая кинетика и ценные реакции. М.: Наука, 1966, – 46 с.
14. Адамсон А.А. Физическая химия поверхностей. – М.: Мир, 179, – 567 с.
15. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. – Физматгиз, 1962. – 472с.
16. Рогинский С.З. Строение вещества и спектроскопия, – М: Изд. АН СССР, 1960. – 217 с.
17. Рабинович Б.С. Химическая активация / Рабинович Б.С., Флауэрс Н.С. – М: Наука, 1966. – 61 с.
18. Закревский В.А. Высокомолекулярные соединения / Закревский В.А. – М: Изд. Химия, 1971. – 105с.

#### References

1. Soshko A. I. Lubricant-cooling means in the machining of metals. / Soshko V.A. Ed. *Oldie-plus*, Kherson, 2008. – 388 s.
2. Likhtman V.N. Physico-chemical mechanics of materials. / Schukin E.D., Rebinder P.A. M., ed. ANSSSR, 1962. – 277 p.
3. Tugov I.I. Chemistry and physics of polymers. / Kostyrykina G.I. M., ed. *Chemistry*, 1989. – 430 s.
4. Kuleznev V.N. Chemistry and physics of polymers. / Shershnev V.M., Ed. *High School*, 1988. – 311 pp.
5. Reference. Cutting lubricants for the mechanical processing of metals by cutting, ed. Entelisa S.G., M: *Mechanical Engineering*, 1986. – 352 p.
6. Nalbandyan A.B. Chemical kinetics and valuable reactions. To the 70th anniversary of academician N.I. Semenova. Ed. *Science*, M., 1966. – 603 p.
7. Semenov N.I. About some problems of chemical kinetics and reaction features. M., ed. *Anessre*, 1958, - 317 p.
8. Korchin V.A., Slonimsky G.L. DANSSSR, 105, 1955. – 751 s.
9. Slonimsky G.L. ZhVHO, 4, 1959. – 73 p.
10. Godovsky Yu.K. Sr TT / Pankov V.S., Slutsker A.I. 13, No. 8, 1971. – 2289 p.
11. Soshko, V.A., Siminchenko, I.P. Transformation of the surface-active lubricating and cooling working media into the active radical forms in the cutting zone. *Fizyko-Khimichna Mekhanika Materialiv*, Vol. 51, No. 2, pp. 72–76, March – April, 2015. DOI: 10.1007 / s11003-015-9833-9
12. E. Fettes. Chemical reactions of polymers. Ed., Ed. "World", Moscow, 1967, t.2. – 537 pp.
13. Clogs Z.G. Sat Chemical kinetics and valuable reactions. M., *Science*, 1966. – 46 p.
14. Adamson A.A. Physical chemistry of surfaces. Moscow: *Mir*, 179. – 567 p.
15. Akhmatov A.S. Molecular physics of boundary friction. *Fizmatgiz*, 1962, 472s.
16. Roginsky S.Z. The structure of matter and spectropy, M: *Izd. USSR Academy of Sciences*, 1960. – 217 p.
17. Rabinovich B.S. Chemical activation / Rabinovich B.S., Flowers N.S. – M: *Nauka*, 1966. – 61 p.
18. Zakrevsky V.A. High-molecular compounds / Zakrevsky V.A. – M: *Publ. Chemistry*, 1971. – 105с.

## ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 635.1/663.952.031

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.7](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.7)

О.В. СТОЯНОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-6479-5936

К.В. ЗУБКОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-8672-0855

К.Н. ЗЛОТНІКОВА

Херсонський національний технічний університет

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛОДООВОЧЕВИХ КОМПОТІВ

У даній роботі розглянута проблема підвищення якості плодовоочевих компотів. Виконано аналіз останніх досліджень і публікацій для вивчення сучасного стану виробництва компотів та визначено перспективні напрямки виробництва компотів підвищеної якості. Запропоновано новий спосіб підвищення харчової цінності компотів з винограду. Метою дослідження є підвищення якості виноградного компоту за рахунок рецептурних особливостей інгредієнтів та обґрунтування вибору плодовоочевих сировини. Запропоновано рецептуру виготовлення нового виду плодовоочевих консервів «Компот із перчинкою», що містять червоний солодкий перець (фарширований виноградом), гвоздику, воду і цукор. В дослідженнях розроблена оптимальна рецептура з метою зменшення масових витрат цукру та сировини. Використовувалися сировина: сорт винограду – Кишмиш 342 та сорти червоного солодкого перцю – Лада, Самоцвіт. Наведено результати досліджень щодо удосконалення технологічної схеми виробництва компотів на основі червоного солодкого перцю і винограду. Обґрунтовані основні технологічні процеси: транспортування, приймання, зберігання, миття, інспекція і сортування, відділення гребнів й плодоніжок, інспекція, миття, бланшування, охолодження, фарширування, укладання, заливання сиропом, закупорювання, стерилізація і охолодження, оформлення готової продукції. складське зберігання. Досліджено вплив терміну зберігання на якість сировини і готової продукції (після 3 місяців і 9 місяців) за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Із фізико-хімічних показників в сировині і готовій продукції визначено: вміст розчинних сухих речовин рефрактометричним методом; загальний вміст органічних кислот – титруванням; рН - середовища – потенціометричним методом; вміст нітратів – іонометричним методом. Для визначення біологічної цінності досліджено вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С) йодометричним методом. Проведена експериментальна оцінка нового виду плодовоочевих консервів з метою визначення комплексного показника якості. Наведені значення рецептури консервів за виробничими умовами, які рекомендовані для впровадження на переробних підприємствах. Проведена робота свідчить про доцільність виготовлення нових видів плодовоочевих консервів, в яких за рахунок інгредієнтів збільшена харчова цінність та поліпшені органолептичні показники. Дослідження показали перспективність використання сировини для виробництва купажованих компотів. Проведений комплекс досліджень було покладено в основу розробки проекту нормативно – технологічної документації

Ключові слова: технологічна схема, компот, рецептура, червоний солодкий перець, виноград, якість, хімічний склад, харчова цінність, вітаміни.



О.В. СТОЯНОВА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-6479-5936

К.В. ЗУБКОВА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-8672-0855

К.Н. ЗЛОТНИКОВА

Херсонский национальный технический университет

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛОДООВОЩНЫХ КОМПОТОВ

*В данной работе рассмотрена проблема повышения качества плодовоовощных компотов. Выполнен анализ последних исследований и публикаций для изучения современного состояния производства компотов и определены перспективные направления производства компотов повышенного качества. Предложен новый способ повышения пищевой ценности компотов из винограда. Целью исследования является повышение качества виноградного компота за счет рецептурных особенностей ингредиентов и обоснование выбора плодовоовощного сырья. Предложено рецептуру изготовления нового вида плодовоовощных консервов «Компот из перчинкой», содержащие красный сладкий перец (фаршированный виноградом), гвоздику, воду и сахар. В исследованиях разработаны оптимальная рецептуры с целью уменьшения массовых расходов сахара и сырья. Использовалось сырье: сорт винограда - Кишмиш 342, и сорта красного сладкого перца - Лада, Самоцвет. Приведены результаты исследований по совершенствованию технологической схемы производства компотов на основе красного сладкого перца и винограда. Обоснованы основные технологические процессы: транспортировка, прием, хранение, мойка, инспекция и сортировка, отделения гребней и плодоножек, инспекция, мытье, бланширование, охлаждения, фарширование, заключения, заливки сиропом, укупорки, стерилизация и охлаждение, оформление готовой продукции, складское хранение. Исследовано влияние срока хранения на качество сырья и готовой продукции (после 3 месяцев и 9 месяцев) по органолептическим и физико-химическим показателям. С физико-химических показателей в сырье и готовой продукции определены: содержание растворимых сухих веществ рефрактометрическим методом; общее содержание органических кислот - титрованием; рН - среды - потенциометрическим методом; содержание нитратов - ионометрическим методом. Для определения биологической ценности исследовано содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) йодометрическим методом. Проведена экспериментальная оценка нового вида плодовоовощных консервов с целью определения комплексного показателя качества. Приведенные значения рецептуры консервов по производственным условиям, которые рекомендованы для внедрения на перерабатывающих предприятиях. Проведенная работа свидетельствует о целесообразности изготовления новых видов плодовоовощных консервов, в которых за счет ингредиентов увеличена пищевая ценность и улучшены органолептические показатели. Исследования показали перспективность использования сырья для производства купажированных компотов. Проведенный комплекс исследований положены в основу разработки проекта нормативно - технологической документации.*

*Ключевые слова: технологическая схема, компот, рецептура, красный сладкий перец, виноград, качество, химический состав, пищевая ценность, витамины.*

O.V. STOIANOVA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-6479-5936

K.V. ZUBKOVA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-8672-0855

K.N. ZLOTNIKOVA

Kherson National Technical University

### IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES OF VEGETABLE-FRUIT COMPOTES

*In this work the problem of improving the quality of fruit and vegetable compotes is considered. Recent research and publications have been analyzed to study the current state of compote production and identified promising areas for the production of high quality compotes. The aim of the study is to improve the quality of grape compote due to the recipe characteristics of the ingredients and justify the choice of fruit and vegetable raw materials. The recipe for the production of a new kind of fruit and vegetable preserves "Compote with peppercorn" containing red bell pepper (stuffed with grapes), cloves, water and sugar is offered. Research has developed optimal formulations to reduce the mass consumption of sugar and raw materials. Raw materials*

were used: Grape varieties - Kishmish 342 and varieties of red bell pepper - Lada, Gem. Results of researches on improvement of technological scheme of production of compotes on the basis of red bell pepper and grapes are presented. The basic technological processes are substantiated: transportation, acceptance, storage, washing, inspection and sorting, separation of combs and peduncles, inspection, washing, blanching, cooling, stuffing, laying, pouring syrup, corking, sterilization and cooling, registration of finished products, warehousing. The effect of shelf life on the quality of raw materials and finished products (after 3 months and 9 months) by organoleptic and physicochemical parameters was investigated. From the physicochemical indicators in raw materials and finished products determined: the content of soluble solids by refractometric method; total organic acid content by titration; pH - medium - potentiometric method; nitrate content by ion metric method. The content of ascorbic acid (vitamin C) by iodometric method was investigated to determine the biological value. An experimental evaluation of a new type of fruit and vegetable canned food was conducted in order to determine a comprehensive quality index. Presented values of preserves according to production conditions, which are recommended for introduction at processing enterprise. The work done shows the feasibility of producing new types of fruit and vegetable canned food, which due to the ingredients increased nutritional value and improved organoleptic characteristics. Studies have shown the promising use of raw materials for the production of blended compotes. The complex of researches carried out was the basis for the development of the draft regulatory and technological documentation

*Keywords: technological scheme, compote, recipe, red bell pepper, grapes, quality, chemical composition, nutritional value, vitamins.*

### Постановка проблеми

Переробка плодоовочевої продукції дозволяє компенсувати дефіцит свіжих овочів і фруктів в осінньо-зимовий період і забезпечити раціональне і більш рівномірне харчування населення протягом року. Попит на консервовані овочі та фрукти в Україні стабільно зростає: за останні п'ять років структура споживання плодоовочевих консервів в державі збільшилася втричі, а в деяких містах обсяги досягають двох третин від загального споживання. Найбільшу частку у структурі плодово-ягідного виробництва за останні роки в Україні займає виробництво винограду та яблук. Згідно з офіційними даними, експорт плодів, ягід і винограду з України в 2017-2018 рр. коливався на рівні 283-291 тис. т, що складало всього приблизно 12% від їх виробництва в країні [1]. Індекс промислової продукції в Херсонській області у січні-лютому 2019 р. (порівняно з січнем-лютом 2018 р.) становив 103,6%, по Україні – 97,5%. За підсумками 2018 року Херсонська область є одним із лідерів серед регіонів України з виробництва овочів (1 місце), а плодів та ягід (16 місце) [2]. Херсонщина зі своїми сприятливими кліматичними умовами та інвестиційним потенціалом має ресурси і може нарощувати сільськогосподарське виробництво для стрімкого збільшення обсягу виробництва, тим самим забезпечувати зростаючу власну потребу у сільськогосподарській продукції, тому питання щодо розроблення нової інноваційної продукції є актуальним для переробних плодоовочевих підприємств, запровадження яких вирішує поставлені цілі ефективного розвитку підприємства, забезпечує його конкурентні переваги та гарантує високу якість, екологічність та безпеку споживання харчових продуктів. Позитивне вирішення названих питань сприятиме загальній стабілізації галузі переробки плодів та ягід, її комплексному розвитку та модернізації технологій, сталому нарощуванню обсягів виробництва плодів і ягід, підвищенню експортного потенціалу.

Характеризуючи сучасний стан плодово-ягідного виробництва в Херсонській області необхідно визначити наступні передумови для перспективного розвитку цієї галузі: розширення сировинної бази на основі сучасних сортів; оснащення переробних підприємств сучасними технологічними лініями; розвиток мереж роздрібних підприємств торгівлі і вдосконалення схем логістики; наявність інноваційних розробок у науково-дослідних установах, використання яких у промисловому виробництві дозволить забезпечити конкурентоспроможність галузі на світовому ринку плодоягідної продукції.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Наукові роботи, які присвячені дослідженню якості фруктових соків і компотів показали можливість використання в рецептурах овочевої сировини [3-6]. Спостерігається тенденція внесення екстракту ароматично-смакових рослин у купажовані соки для збагачення їх терпеновими сполуками (ліналоолом, гераніолом,  $\alpha$ -терпінеолом), що мають квітачно-цитрусові запахи і створюють тип ароматизованого напою. Досліджено вміст таких біологічно активних речовин, як вітамін С, каротиноїди, фенольні сполуки у деяких фруктових-овочевих компотах і нектарах та у свіжій сировині, що використовувалася для їх виготовлення.

Науковці Шешеня С.К., Буєвич Н.О. [4] виявили фруктові добавки, що сприяють кращому зберіганню біологічно активних речовин у компотах і нектарах. Рекомендовано використовувати для збагачення гарбузово-фруктових компотів вітаміном С, каротиноїдами та фенольними речовинами добавки плодів обліпихи, кизилу, айви японської (хеномелесу), а для збагачення кабачково-фруктових нектарів вітаміном С і фенольними речовинами – добавки плодів порічок, агрусу, вишні.

Аналіз останніх досліджень показав перспективність використання овочево-ягідної сировини для виробництва купажованих компотів. Основними напрямками сучасних способів виробництва компотів є наступні: комбінування в рецептурі різних компонентів (плодів та овочів, овочів та ягід) з метою підвищення якісних показників продукції та розширення різноманітності компотів; отримання нового асортименту консервів за рахунок підвищення харчової й біологічної цінності; формування асортименту консервів функціонального спрямування; розробка оптимальної рецептури та технології з метою зменшення масових витрат цукру та сировини; модернізація технологічного обладнання та удосконалення технологічних режимів [3-7, 11].

#### Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є підвищення якості виноградного компоту за рахунок рецептурних особливостей інгредієнтів та обґрунтування вибору сировини.

Основні завдання дослідження:

1. здійснити аналіз останніх досліджень і публікацій для вивчення сучасного стану виробництва компотів та визначити перспективні напрями виробництва компотів підвищеної якості;
2. розробити рецептуру виноградного компоту з підвищеною харчовою цінністю;
3. провести експериментальну оцінку нових видів консервів з метою визначення комплексного показника якості (КПЯ).

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Об'єктом дослідження є консерви з винограду та червоного солодкого перцю.

Предметом дослідження є рецептура, сорти сировини (винограду та солодкого перцю), технологічна схема, процеси виготовлення консервів.

Сировина: виноград сорту – Кишмиш 342 та червоний солодкий перець сортів – Лада, Самоцвіт.

Основні технологічні процеси: транспортування, приймання, зберігання, миття, сортування, відділення гребнів й плодоніжок, інспекція, миття, бланшування, охолодження, фарширування, укладання, заливання сиропом, закупорювання, стерилізація і охолодження, складське зберігання.

Методи дослідження – теоретичні та експериментальні. Теоретичними дослідженнями є наукові методики визначення нормативних параметрів якості та безпечності харчових продуктів щодо удосконалення якості плодоовочевої продукції. Експериментальні дослідження виконувалися за допомогою методики визначення органолептичних показників; існуючих стандартних та сучасних фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біохімічних методів аналізу функціонально-технологічних і структурно-механічних показників якості та безпечності готових консервів (компотів).

Таблиця 1

#### Хімічний склад червоного солодкого перцю [9]

Харчова цінність (г/100 г)								Вітаміни (мг/100 г)							
Калорійність, ккал	Білки	Вуглеводи	Харчові волокна	Органічні кислоти	Вода	Моно-, дисахариди	Зола	Вітамін РР	Вітамін С	Вітамін А	Вітамін В1	Вітамін В2	Вітамін В6	Вітамін В9	Вітамін Е
26,6	1,3	5,7	1,4	0,1	91	5,2	0,6	1,0	250,0	2,0	0,1	0,08	0,5	0,17	0,7
Мінеральні речовини															
Макроелементи (мг/100 г)								Мікроелементи (мг/100 г)							
<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>Cl</i>				<i>Fe</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>				
8	11	19	163	16	19				0,6	0,44	0,10				

Із фізико-хімічних показників в сировині і готовій продукції визначено: вміст розчинних сухих речовин рефрактометричним методом; загальний вміст органічних кислот – титруванням; рН-середовища – потенціометричним методом; вміст нітратів – іонометричним методом. Для визначення біологічної цінності досліджено вміст вітаміну С йодометричним методом.

Для приготування компоту використовуються тільки свіжі плоди та ягоди правильної форми, що мають добрий смак і аромат. Вони повинні бути стиглими, здоровими і відповідати вимогам діючих стандартів або технічних вимог.

Червоний солодкий перець. Рослина сімейства пасльонових. Завдяки багатому хімічному складу цей овоч нормалізує роботу внутрішніх органів і бере участь у багатьох важливих процесах. У ньому міститься велика кількість лікопіну – речовини, здатної очищати організм від токсинів і запобігати руйнування клітин. У табл. 1 наведені середні значення хімічного складу червоного солодкого перцю.

Виноград сорту Кишмиш – це дуже солодкий сорт винограду з дрібними ягодами і без насіння. Існує величезна кількість різновидів кишмишу – білий (зеленуватого кольору), рожевий, червоний і чорний (фіолетовий) виноград. Стиглі ягоди кишмишу є джерелом вітамінів, фолієвої кислоти, легко засвоюваних цукрів, клітковини, органічних кислот (винної, яблучної, лимонної та бурштинової), мінеральних речовин (калію, кальцію, магнію, натрію, фосфору, нікелю, марганцю, молібдену та ін.) і ефірних олій. Крім аскорбінової кислоти в достатній кількості в ньому міститься хлорофіл, який бере безпосередню участь в обмінних процесах, що відбуваються в організмі, підтримує імунітет, а також відповідає за регенерацію тканин. У табл. 2 наведені середні значення хімічного складу винограду сорту Кишмиш.

Таблиця 2

**Хімічний склад винограду Кишмиш [9]**

Вода, г	Моно-, дисахариди, г	Зола, г	Органічні кислоти, г	Жирні кислоти, г	Клітковина, г		
80,5	18,0	0,5	1,6	1,6	2,3		
Вітаміни							
Вміст в 100 г продукту	В1, мг	В2, мг	В3, мг	В5, мг	В6, мг	В9, мг	С, мг
Виноград Кишмиш	0,07	0,07	0,188	0,05	0,086	0,002	10,8
Мінеральні речовини							
Вміст в 100 г продукту	Кальцій, мг	Калій, мг	Залізо, мг	Цинк, мг	Магній, мг	Фосфор, мг	
Виноград кишмиш	10,00	191,00	0,36	0,07	55,00	20,0	

Опис технологічної схеми. Виноград, що транспортується на завод у контейнерах, вивантажують електротельфером. Виноград мийуть у вентиляторній мийній машині, далі інспектують. Після інспекції виноград надходить у валковий гребеневіддільник марки ВГД-20, де відбувається відокремлення гребнів від грон винограду. Із гребеневіддільника ягоди винограду потрапляють на сортувально-інспекційний конвеєр М2-ТСІ. Для бланшування винограду парою застосовують бланшувачі типу БПК при температурі 80<sup>0</sup>С протягом 2-3 хв.

Червоний солодкий перець. За допомогою опрокидувача (А9-КРД) червоний солодкий перець з контейнера завантажується в мийну машину (КУМ-1) для миття. Чистий перець надходить на роликовий інспекційний транспортер (ХТО), на якому плоди сортують за кольором і сортом. Після сортування і миття у перець вирізають плодоніжку з насінною камерою. Очистка перцю здійснюється на автоматі для очищення перцю РЗ-КЧБ. Після очищення перець мийуть в барабанній машині. Очищений перець надходить до стрічкового бланшувача, де обробляється парою протягом 1-2 хв, потім охолоджують під

холодною води або в самому бланшувачі. Бланшований і охолоджений перець передають на транспортер для фарширування. Фарширований перець укладають в банки ємністю 1дм<sup>3</sup>, додають гвоздику та наповнюють сиропом.

Приготування сиропу. Цукор-пісок розчиняють у воді при кип'ятінні. Для освітлення цукрового сиропу додають харчової альбумін (4 г на 100 кг цукру) або яєчний білок. При нагріванні білок згортається і спливає у вигляді піни, захоплюючи з собою дрібні домішки, які містяться в цукрі. Піну видаляють, а сироп фільтрують через щільну тканину. Готовий сироп повинен бути прозорим, без механічних домішок.

Фасовані в банки (перець з виноградом) відразу ж заливають гарячим цукровим сиропом на автоматичних наповнювачах, при температурі 40-55°C, щоб запобігти розтріскуванню винограду. Після заливки сиропом банки закупорюють. Далі герметично закупорені консерви надходять на стерилізацію при 100°C протягом 12-15 хв в автоклавах при тиску 120 МПа [8]. Після охолодження консерви відвантажують на склад для оформлення та зберігання готової продукції.

Авторами запропоновано рецептуру виготовлення нового виду консервів «Компот із перчинкою», що містять солодкий перець (фарширований виноградом), гвоздику, воду і цукор. У табл. 3 наведені значення рецептури консервів за лабораторними і виробничими умовами.

Таблиця 3

**Рецептура консервів «Компот із перчинкою»**

Лабораторні умови		Виробничі умови
Сировина і допоміжні матеріали	Кількість, г	Рецептура на 1000 кг
Перець	1050	350
Виноград	900	300
Цукор	600	200
Вода	400	133
Гвоздика	50	17
Всього	3000	1000

Розрахунок норм витрат сировини і матеріалів виконується на основі рецептури і норм відходів та витрат. У табл. 4 наведено рецептура консервів «Компот із перчинкою».

Таблиця 4

**Рецептура консервів «Компот із перчинкою»**

Найменування сировини та матеріалів	Рецептура	
	Кг/т	Кг/тоб
Перець солодкий	350	126
Виноград	300	108
Гвоздика	17	6,12
Цукровий сироп 30%	333	119,88
В тому числі		
Цукор	99,9	35,96
Всього	1000	360

Досліджено вплив терміну зберігання на якість сировини і готової продукції (після 3 місяців і 9 місяців зберігання) за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Фізико-хімічні показники консервів «Компот із перчинкою» (проведені за методиками згідно з ДСТУ 8402:2015, ДСТУ 4957:2018 та ін.) представлені у таблиці Фізико-хімічні показники консервів «Перець із перчинкою» представлені у табл. 5.

В роботі було досліджено вміст нітратів у свіжій сировині згідно з ДСТУ 4948:2008 та отримано наступні результати: перець солодкий – 80 мг/кг (допустимий вміст – 200 мг/кг); виноград – 25 мг/кг (допустимий вміст – 60 мг/кг).

Таблиця 5

**Фізико-хімічні показники якості консервів «Перець із перчинкою»**

Найменування показника	В консервах	
	3 міс.	9 міс.
Маса нетто, г	1000	
Сухі речовини, %	18,0%	18,5%
pH	4,5	4,4
Титрована кислотність, %	0,23	0,21
Вміст вітаміну С, мг/100 г	36,3	35,1

Удосконалення асортименту консервів (компотів) шляхом підбору сировинних компонентів (червоного солодкого перцю та винограду) за їх хімічним складом, забезпечує відповідне рН (не менше 4,2), що в свою чергу дозволяє консервування без внесення кислоти та забезпечує максимальне збереження біологічної цінності готового продукту. За результатами дослідження нових видів консервів «Компот із перчинкою» згідно з методикою визначення активної кислотності (потенціометричним методом), було отримано наступні значення рН: після 3-х місяців зберігання – 4,5; після 9 місяців зберігання – 4,4.

**Висновки**

1. Авторами розроблено технологічну схему виробництва нових видів консервів («Компот із перчинкою»), яка дозволяє отримати готовий продукт високої якості. Проведена робота свідчить про доцільність виготовлення нових видів консервів, в яких за рахунок інгредієнтів збільшена харчова цінність та поліпшені органолептичні показники.
2. Проведений комплекс досліджень було покладено в основу розробки проекту нормативно-технологічної документації і отримано патент № 126116 (Україна) МПК А23L19/00 Консерви «Компот із перчинкою» [10]. Новий вид консервів може бути рекомендований у виробництво, який забезпечує конкурентні переваги та гарантує високу якість продукції.

**Список використаної літератури**

1. Мартинюк А. Сучасний стан органічного виробництва в Україні. Сільськогосподарська та ресурсна економіка: Міжнародний науковий електронний журнал, 2017. 3 (4). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://are-journal.com/are/article/view/139/134>
2. Головне управління статистики у Херсонській області [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ks.ukrstat.gov.ua>
3. Токар А.Ю. Комбінування овочево-фруктової рецептурної композиції для отримання високоякісної продукції/ А.Ю. Токар., Л.Ю. Матенчук, З.М. Харченко // Східно-Європейський журнал передових технологій / Випуск 4, № 11 (94) .- 2018.- С.55-60. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140078>
4. Шешеня С.К. Способи збагачення біологічно активними речовинами овочевих компотів і нектарів/ С.К. Шешеня, Н.О. Буєвич //Вісник Полтавської державної аграрної академії .- № 3 , 2010.- С.72-75.
5. Патент 77165 (Україна) МПКА23В 7/00. Спосіб виготовлення овочеплодових соків з покращеним ароматом./ А.Ю. Токар, Л.Ю. Матенчук. Заявл. 27.09.2012; опубл. 25.01.2013, Бюл.№ 2.
6. Патент 81088 (Україна) МПК А23В/7006. Спосіб виробництва кабачково –аличевих консервів/ Орлова Н. Я., Кузьменко І. О. Заявл.21.11.2012; опубл. 25.06.2013, Бюл.№ 12.
7. Мазуренко, І.К. Наукові основи збереження харчової та біологічної цінності сировини за технологіями отримання консервованих продуктів / І.К. Мазуренко, Л.Ю. Філіпова, Н.А. Ракулєнко // Якість і безпека харчових продуктів: зб. тез доп. Міжн. наук.-техн. конф. – К.: НУХТ, 2013. – С. 170.
8. Справочник по производству консервов т.4. Консервы из растительного сырья / Под ред. В.И.Рогачева. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – с. 356-357.
9. Сімахіна Г.О. Біологічно активні речовини в харчових технологіях : підручник / Г.О. Сімахіна, Н.О. Стеценко, Н.В. Науменко. – Київ : НУХТ, 2016. – 455 с.
10. Патент 126116 (Україна) МПК А23L19/00 Консерви «Компот із перчинкою» / Короленко В.О., Стоянова О. В., Злотнікова К.Н., Трайно Д.О. Заявл. 13.12.17; опубл. 11.06.18. Бюл.№ 11.
11. Елисеєва С. А., Куткіна М. Н., Котова Н. П. Совершенствование технологии и расширение ассортимента продукции из овощей для индустрии питания // Международный научно-

исследовательский журнал. 2016. № 6 (48). С. 65–67. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140078>

#### References

1. Martunyk, A.. Suchasnyy stan orhanichnoho vyrobnytstva v Ukrayini. [Current state of organic production in Ukraine]. Silskohospodarska ta resursna ekonomika: Mizhnarodnyy naukovyy elektronnyy zhurnal, [Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal], 2017. 3 (4). Available at: <http://are-journal.com/are/article/view/139/134>
2. Kherson Oblast Statistics Office . Available at: <http://www.ks.ukrstat.gov.ua>
3. Tokar A.Yu., Matenchuk L.Yu., Kharchenko Z.M. Kombinuvannya ovochevo-fruktovoyi retsepturnoyi kompozytsiyi dlya otrymannya vysokoyakisnoyi produktsiyi [Combination of vegetable and fruit recipe composition to obtain high quality products] Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018, VOL 4, NO 11 (94) p.55-60. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140078>
4. Sheshenya S.K., Buyevych N.O. Sposoby zbahachennya biolohichno aktyvnymy rehovynamy ovochevykh kompotiv i nektariv [Methods of enrichment of biologically active substances with vegetable compotes and nectars]. Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi [Visnyk of Poltava State Agrarian Academy], 2010, no.3, pp. 72-75.
5. Tokar A. Yu. Matenchuk L.Yu. Method of making vegetable juice with improved aroma. Patent UA, no. 77165, 2013.
6. Orlova N. Ya., Kuzmenko I.O. Method of production of courgette-and-prune canned food. Patent UA, no. 81088, 2013.
7. Mazurenko IK, Filippova LYu, Rakulenko NA.. Scientific bases of preservation of nutritional and biological value of raw materials by technologies of production of canned foods. Anotatsii dopovidei Mizhn. nauk.-tehn. konf.. "Yakist' i bezpeka harchovih produktiv» [Abstracts of Int. Sci.- tehn. Conf. «Food quality and safety»]. Kyiv. NUHT, 2013, p. 170.
8. Handbook of Canned Foods Vol. 4. Canned Vegetables / Ed. VI Rogacheva. - М.: Food industry, 1974. 450 p.
9. Simakhina G.O. , Stetsenko N.O, Naumenko N.V. Biologically active substances in food technology: a textbook . Kiev, NUKHT, 2016. 455 p.
10. Korolenko V.A, Stoianova O.V, Zlotnikova K.N, Trayno D.O. Canned compote with peppercorns. Patent UA, no. 126116, 2018.
11. Yeliseyeva S. A., Kutkina M. N., Kotova N. P. Sovershenstvovaniye tekhnologii i rasshireniye assortimenta produktsii iz ovoshchey dlya industrii pitaniya [Improving the technology and expanding the range of vegetable products for the food industry]. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal], 2016. no. 6 (48), pp. 65–67. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140078>

УДК 664.8.035.72; 579

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.8>

Т.А. ЮРОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-8147-7024

В.М. ПОВСТЯНОЇ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-7568-078X

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЇ БЕНЗОЙНОЇ КИСЛОТИ В ЯКОСТІ КОНСЕРВАНТУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

*З розвитком промислового виробництва продуктів харчування актуалізувалися проблемні питання збереження якості та безпеки продовольчої сировини та харчової продукції на всіх етапах їх виробництва і реалізації. Шкідлива дія різних мікроорганізмів не тільки призводить до псування продуктів, а й може стати причиною харчових токсикоінфекцій і микотоксикозів людини. Тому збереження харчових продуктів, а також забезпечення їх безпеки шляхом недопущення або запобігання розвитку мікроорганізмів може бути забезпечене шляхом грамотного і раціонального застосування харчових добавок – консервантів.*

*Однак, більшість консервантів хімічної природи надають токсичний вплив на організм людини, внаслідок чого дози цих препаратів обмежуються гранично допустимими значеннями, а мінімальні концентрації надають недостатню консервуючу дію. І, крім того, такі консерванти не відповідають одній з основних із сучасних вимог – забезпечення безумовної безпеки харчових продуктів для здоров'я людини.*

*В роботі представлені результати дослідження дії бензойної кислоти в якості консерванту харчових продуктів на прикладі соків прямого віджиму.*

*Підтверджено гнітючу дію бензойної кислоти на дріжджі, цвілеві гриби і деякі види бактерій. Встановлена залежність кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), а також дріжджів і цвілевих грибів від кількості внесеного консерванту і часу зберігання. Проведено ідентифікацію мікроорганізмів за морфологічними і культуральними ознаками. Доведено вплив кислотності середовища на ефективність консервуючої дії бензойної кислоти.*

*З урахуванням змін органолептичних показників досліджуваних зразків рекомендована оптимальна концентрація бензойної кислоти для збільшення терміну зберігання соків прямого віджиму.*

*Ключові слова: бензойна кислота, консервант, мікроорганізми.*

Т.А. ЮРОВА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-8147-7024

В.М. ПОВСТЯНОЇ

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-7568-078X

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*С развитием промышленного производства продуктов питания актуализировались проблемные вопросы сохранения качества и безопасности продовольственного сырья и пищевой продукции на всех этапах их производства и реализации. Повреждающее действие различных микроорганизмов не только приводит к порче продуктов, но и может стать причиной пищевых токсикоинфекций и микотоксикозов человека. Поэтому сохранение пищевых продуктов, а также обеспечение их безопасности путем недопущения или предотвращения развития микроорганизмов может быть обеспечено путем грамотного и рационального применения пищевых добавок – консервантов.*

*Однако, большинство консервантов химической природы оказывают токсическое влияние на организм человека, вследствие чего применяемые дозы этих препаратов ограничиваются предельно допустимыми значениями, а минимальные концентрации оказывают недостаточное консервирующее действие. И, кроме того, такие консерванты не отвечают одному из основных современных требований – обеспечению безусловной безопасности пищевых продуктов для здоровья человека.*

*В работе представлены результаты исследования действия бензойной кислоты в качестве консерванта пищевых продуктов на примере соков прямого отжима.*



*Подтверждено угнетающее действие бензойной кислоты на дрожжи, плесневые грибы и некоторые виды бактерий. Установлена зависимость количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), а также дрожжей и плесневых грибов от количества внесенного консерванта и времени хранения. Проведена идентификация микроорганизмов по морфологическим и культуральным признакам. Доказано влияние кислотности среды на эффективность консервирующего действия бензойной кислоты.*

*С учетом изменений органолептических показателей исследуемых образцов рекомендована оптимальная концентрация бензойной кислоты для увеличения срока хранения соков прямого отжима.*

*Ключевые слова: бензойная кислота, консервант, микроорганизмы.*

T.A. YUROVA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-8147-7024

V.M. POVSTYANOY

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-7568-078X

### STUDY OF BENZOIC ACID AS A PRESERVATIVE FOOD STUFF

*With the development of industrial production of food, problematic issues of preserving the quality and safety of food raw materials and food products at all stages of their production and sale were updated. The damaging effect of various microorganisms not only leads to spoilage of products, but can also cause foodborne toxicoinfections and human mycotoxicoses. Therefore, the preservation of food products, as well as ensuring their safety by preventing or preventing the development of microorganisms, can be achieved through the competent and rational use of food additives - preservatives.*

*However, most preservatives of a chemical nature have a toxic effect on the human body, as a result of which the used doses of these drugs are limited to the maximum permissible values, and the minimum concentrations have an insufficient preservative effect. And, in addition, such preservatives do not meet one of the basic modern requirements - ensuring the unconditional safety of food products for human health.*

*The paper presents the results of a study of the action of benzoic acid as a food preservative using direct squeezed juices as an example.*

*The inhibitory effect of benzoic acid on yeast, mold fungi and some types of bacteria has been confirmed. The dependence of the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (NMAFAnM), as well as yeast and mold fungi on the amount of preservative introduced and the storage time, is established. Microorganisms were identified by morphological and cultural characteristics. The influence of the acidity of the medium on the effectiveness of the preservative effect of benzoic acid is proved.*

*Taking into account the changes in the organoleptic characteristics of the samples under study, an optimal concentration of benzoic acid is recommended to increase the shelf life of direct-pressed juices.*

*Keywords: benzoic acid, preservative, microorganisms.*

### Постановка проблеми

Консервування харчових продуктів – один з основних процесів в харчовій промисловості, який широко застосовується для продовження термінів зберігання, зниження втрат від мікробного псування і збереження якості швидкопсувних продуктів. Консервування дозволяє забезпечити населення широким асортиментом харчових продуктів незалежно від часу і місця виробництва.

Серед різноманітних способів консервування харчових продуктів (квашення, маринування, соління, заморожування, стерилізація, пастеризація, опромінення і ін.) особливе місце займає збереження швидкопсувної харчової сировини і готових продуктів за допомогою хімічних консервантів – речовин, що володіють антимікробною дією.

Введення хімічних консервантів в сировину і готову продукцію забезпечує попередження від псування, зниження втрат, збільшення термінів придатності і випуск високоякісних виробів, які зберігають протягом досить тривалого часу характерні особливості, властиві свіжим, повноцінним продуктам.

В якості хімічних консервантів застосовують тільки малотоксичні речовини, введення яких в харчові продукти в строго регламентованих кількостях не справляє на організм людини небажаного впливу. Надлишкова кількість будь-яких хімічних консервантів може привести до токсичності їжі, алергічних реакцій, а також до дисбалансу активних хімічних речовин в організмі. Надлишок добавок погіршує якість продуктів внаслідок зміни рН, консистенції, смаку, запаху, кольору та ін. В той же час, недостатні концентрації хімічних консервантів не забезпечують збереженість високої якості сировини і продукції [1].

Ці обставини зумовлюють необхідність дослідження дії консервантів в різних видах сировини і готових харчових продуктах.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

У практиці консервування зазвичай використовують бактерицидні або фунгіцидні, але частіше бактериостатичні або фунгістатичні властивості хімічних консервантів. У першому випадку бактерії і цвілі гинуть, у другому – сповільнюється їх розвиток. Додавання консервантів в відповідній концентрації забезпечує стерильність продукту протягом певного часу за умови, що не буде повторного забруднення або істотної зміни навколишнього середовища [2].

Сучасні вимоги до якості та безпеки харчової продукції, світові тенденції в харчовій промисловості посилюють відповідальність при використуванні харчових добавок (консервантів), що мають антимікробну дію.

Дозволено цілу низку консервантів, які не мають ризику для здоров'я людини. До їх списку в Європейському союзі відносять сорбінову та бензойну кислоти, їх солі, лимонну кислоту. Повний огляд хімічних консервантів, дозволених до використання, наведено в роботі Еріха Люка та Мартіна Ягера [3].

В загальному вигляді, механізм антимікробної дії консервуючих речовин складається з наступних стадій:

- накопичуються хімічні речовини на поверхні або всередині мікроорганізмів в результаті адсорбції, звичайної дифузії і активного поглинання;
- виникає хімічна реакція консерванту зі структурними компонентами клітини або метаболітами всередині клітини;
- припиняється нормальна діяльність мікробіальної клітини в результаті зміни хімічної реакції середовища;
- відбувається поступове або миттєве пригнічення біохімічних механізмів процесу розвитку мікробів.

Ефективність і механізм дії консервуючих добавок залежить від багатьох факторів, але перш за все від їх хімічної природи, концентрації, якісного і кількісного складу мікрофлори, а також від рН середовища [4].

Встановлено, що антимікробна дія бензойної кислоти (Е 210) пов'язана з її впливом на ферментну систему мікроорганізмів. Вона пригнічує ферменти у деяких бактерій і дріжджів, включається у цикл лимонної і бурштинової кислот. Разом з тим бензойна кислота діє на клітинні мембрани. Стінки клітин проникні переважно для недисоційованої кислоти, що пояснює залежність її ефективності від значення рН.

Автором [5] доводиться, що антимікробну дію проявляє тільки недисоційована кислота. Гальмуюча дія бензойної кислоти проти плісневих грибів та дріжджів спостерігається при рН = 2,6-5,0, бактерій – рН = 4,3-6,0. Бактерії пригнічуються тільки частково. Через порівняно високу ( $6,46 \cdot 10^{-4}$ ) константу дисоціації, бензойна кислота може бути використана для консервування сильно кислих продуктів.

Незважаючи на корисні властивості консервантів, за рахунок яких їх використовують при виготовленні харчових продуктів, вони здатні чинити негативний вплив на здоров'я людини.

В роботі [6] обґрунтована гранично допустима концентрація бензойної кислоти в продуктах харчування, це значення для людини не повинно бути вище 5 мг/кг допустима добова. Бензойна кислота добре засвоюється організмом людини, взаємодіє з білковими сполуками, утворюючи гіппуонову кислоту, і в цьому вигляді виводиться нирками. Є відомості, що бензойна кислота може вступати у взаємодію з аскорбіновою кислотою, утворюючи вільний бензол, а це – сильний канцероген. У випадку перевищення вказаного значення, бензойна кислота негативно впливає на печінку і нирки [7].

#### **Формулювання мети дослідження**

Мета роботи полягала в дослідженні дії бензойної кислоти в якості консерванту харчових продуктів рослинного походження.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

В якості об'єктів дослідження були обрані соки прямого віджиму різної природи: морквяний і яблучний. Отримання соків здійснювалось в лабораторних умовах шляхом прямого віджиму з непошкодженої сировини.

Додавання бензойної кислоти в сік проводилось відразу після приготування, концентрація варіювалась від 0,1% до 0,25%.

Завданням першого етапу роботи було визначення кислотності середовища. Кислотність середовища визначалось згідно ДСТУ 6045:2008 «Фрукти, овочі та продукти перероблення, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні. Метод визначання рН». Суть методу визначання концентрації іонів водню (рН) полягає в вимірюванні різниці потенціалів між двома електродами приладу (вимірювальним та електродом порівняння), які занурені в дослідний розчин. Дані вимірювання наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Концентрація бензойної кислоти, %	Значення водневого показника (рН)	
	Водневий показник, рН	
	морквяний сік	яблуневий сік
0	6,3	3,8
0,1	5,7	3,5
0,15	5,3	3,4
0,20	5,1	3,1
0,25	4,1	2,9

Відомо, що кислотність середовища впливає на ефективність дії консервантів – чим більше кисле середовище продукту, тим менше потрібно додавати в нього консервант. Так, очікується, що бензойна кислота в яблуневому соку проявить свою дію вже при концентрації 0,1-0,15 % відповідно при рН = 3,4-3,5. В той же час, для морквяного соку, який характеризується меншою кислотністю, оптимальні результати слід очікувати при концентрації 0,25% зі значеннями рН = 4,1.

Слід зазначити, що кількість консерванту в морквяному соку можливо зменшити за рахунок наявності сахарози. Визначення сахарози у соках проводилося згідно з ГОСТ ISO 2173-2013 рефрактометричним методом. Кількість сахарози в морквяному соку складає 3,5 %, в яблуневому – 1,3 %.

На другому етапі роботи для встановлення оптимальної концентрації внесення консерванту в сік були проведені мікробіологічні дослідження з перевіркою відповідності продукту інструкції І 4.4.4.077-2001 «Про порядок санітарно-технічного контролю консервів на виробничих підприємствах, оптових базах, в роздрібній торгівлі та на підприємствах громадського харчування», затвердженою 07.11.2001 № 140 та «Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпечності харчових продуктів», затверджених 19.07.2012 № 548 (табл. 2).

Таблиця 2

Мікробіологічні критерії соків		
КМАФАнМ, КУО/г, не більше	Дріжджі, КУО/см <sup>3</sup> , не більше	Цвільові гриби, КУО/см <sup>3</sup> , не більше
5·10 <sup>3</sup>	100	100

Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) визначалась відповідно ДСТУ 8446:2015 шляхом глибинного посіву на м'ясо-пептонний агар (МПА).

Кількість дріжджів і цвільових грибів визначалась відповідно ДСТУ 8447:2015 шляхом глибинного посіву на живильне середовище Сабуро.

Дослідження проводилися в динаміці, тобто проби соку відбирали на початковому етапі (0 точка), через 24 години, 48 годин, 72 години. Сік зберігався в умовах кімнатної температури (20-22°C).

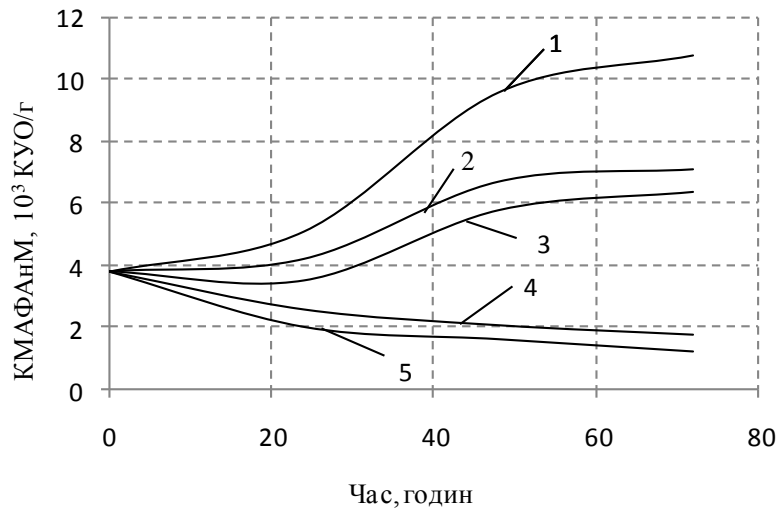
Результати дослідження КМАФАнМ для морквяного соку представлені на рис. 1.

Згідно з даними наведеними на рис. 1, для зразка без консерванту характерно різке збільшення КМАФАнМ, яке вже через 24 години перевищує допустиме значення і складає 5,2·10<sup>3</sup> КУО/г. В той же час для зразків з концентрацією бензойної кислоти 0,1% та 0,15%, спостерігається пригнічення розвитку мікроорганізмів, але при збільшенні часу зберігання КМАФАнМ продовжує зростати, хоча і повільно. Для вказаних концентрацій перевищення допустимого значення спостерігається при 48 годинах зберігання і складає 6,7·10<sup>3</sup> та 5,8·10<sup>3</sup> КУО/г відповідно. Інша картина характерна при збільшенні концентрації бензойної кислоти до 0,2% та 0,25%. При вказаних концентраціях кількість мікроорганізмів зменшується практично відразу, так через 24 години зберігання КМАФАнМ становить 2,6·10<sup>3</sup> та 2,0·10<sup>3</sup> КУО/г відповідно. Подалі кількість мікроорганізмів подовжує зменшуватися і через 72 години становить 1,8·10<sup>3</sup> та 1,2·10<sup>3</sup> КУО/г відповідно. Максимальне зменшення КМАФАнМ складає майже 68,4%.

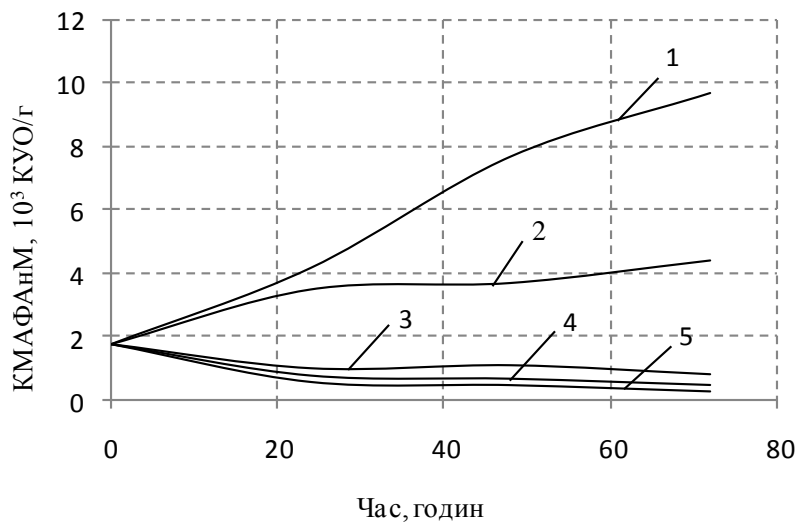
Аналогічна залежність характерна і для яблунового соку (рис. 2). Однак, слід зазначити, що для контрольного зразка (без консерванту) яблунового соку в порівнянні з морквяним характерна менша кількість мікроорганізмів – 1,8·10<sup>3</sup> КУО/г проти 3,8·10<sup>3</sup> КУО/г, що можливо пояснити низьким значенням рН (3,8), при якому можливий розвиток тільки молочнокислих бактерій та деяких видів дріжджів та плісняви [1].

Відповідно до даних наведених на рис.2, кількість мікроорганізмів в зразку яблунового соку, який не містить консервант, зростає і через 48 годин зберігання становить 7,7·10<sup>3</sup> КУО/г, що перевищує допустиме значення. Для зразка, що містить бензойну кислоту концентрацією 0,1% характерний повільний розвиток мікроорганізмів, при цьому КМАФАнМ через 72 години зберігання все ще знаходиться в допустимих межах і дорівнює 4,4·10<sup>3</sup> КУО/г. Зменшення кількості мікроорганізмів, практично після додавання консерванту, характерно для зразків з концентрацією бензойної кислоти

0,15%, 0,2% та 0,25%. Так через 72 години зберігання для зразка, що містить 0,25% бензойної кислоти, КМАФАнМ становить  $0,3 \cdot 10^3$  КУО/г. Максимальне зменшення КМАФАнМ складає майже 83,3%.



**Рис. 1. Зміна КМАФАнМ в динаміці для морквяного соку:**  
**1 – без консерванту; 2 – концентрація бензойної кислоти 0,1%; 3 – концентрація бензойної кислоти 0,15%; 4 – концентрація бензойної кислоти 0,2%; 5 – концентрація бензойної кислоти 0,25%.**



**Рис. 2. Зміна КМАФАнМ в динаміці для яблунового соку:**  
**1 – без консерванту; 2 – концентрація бензойної кислоти 0,1%; 3 – концентрація бензойної кислоти 0,15%; 4 – концентрація бензойної кислоти 0,2%; 5 – концентрація бензойної кислоти 0,25%.**

В табл. 3 представлені результати дослідження, які дозволяють судити о дії бензойної кислоти на дріжджі і плісняву.

Наведені в табл. 3 дані доказують сильну гнітючу дію бензойної кислоти на дріжджі і цвілеві гриби. Так кількість дріжджів через 24 години зберігання морквяного соку з додаванням консерванту знижується з 150 КУО/г до 25 КУО/г. При подальшому зберіганні та концентрації консерванту 0,2% і 0,25% наявність дріжджів не спостерігається. Для зразків яблунового соку відсутність дріжджів спостерігається вже при додаванні 0,15% бензойної кислоти. Пліснява характерна тільки для контрольних зразків, які не містять консерванту. Для морквяного соку перевищення допустимого значення спостерігається через 48 годин зберігання (120 КУО/г), для яблунового – 72 години зберігання (110 КУО/г).

Таблиця 3

Концентрація консерванту, %	Дріжджі, КУО/см <sup>3</sup>				Цвілеві гриби, КУО/см <sup>3</sup>			
	Час, годин				Час, годин			
	0	24	48	72	0	24	48	72
Морквяний сік								
0	75	150	180	160	-	95	120	150
0,1	75	100	110	120	-	-	-	-
0,15	75	90	100	100	-	-	-	-
0,2	75	50	-	-	-	-	-	-
0,25	75	25	-	-	-	-	-	-
Яблуневий сік								
0	50	90	120	140	-	60	90	110
0,1	50	75	90	100	-	-	-	-
0,15	50	45	-	-	-	-	-	-
0,2	50	10	-	-	-	-	-	-
0,25	50	-	-	-	-	-	-	-

На наступному етапі роботи було проведено дослідження мікробіологічної безпеки за показниками органолептичної оцінки зразків.

Результати дослідження представлені в табл. 4.

Таблиця 4

Концентрація консерванту, %	Органолептичні показники зразків соку											
	Зовнішній вигляд, колір				Смак				Аромат			
	Час зберігання, годин				Час зберігання, годин				Час зберігання, годин			
	0	24	48	72	0	24	48	72	0	24	48	72
Морквяний сік												
0	-	-	+	++	-	+	+	++	-	+	+	++
0,1	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+
0,15	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Яблуневий сік												
0	-	-	+	++	-	-	+	++	-	-	+	++
0,1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-

«-» без змін

«+» зі змінами

Дріжджі в процесі своєї життєдіяльності продукують в якості основних продуктів етиловий спирт, двоокис вуглецю та інші продукти бродіння. Наявність цих продуктів метаболізму дріжджів призводить до зміни органолептичних показників соку. При цьому відмічається потемнення кольору, гіркуватий смак та поява характерного аромату [13]. При введенні в зразки достатньої, для пригнічення розвитку мікроорганізмів, концентрації консерванту органолептичні показники залишаються без змін. Але слід відзначити, що введення в зразки 0,25% бензойної кислоти призводить до появи специфічного хімічного присмаку.

Останнім етапом роботи була ідентифікація мікроорганізмів за морфологічними та культуральними ознаками.

Морфологічні дослідження висівів на середовище МПА показали наявність спорових, в меншій кількості не спорових (паличкоподібних) і кокових форм бактерій. Коки представлені у вигляді монококів, диплококів і стрептококів.

За культуральними ознаками висівів на середовище Сабуро встановлена наявність пліснявих грибів роду *Penicillium* та дріжджів, що розвиваються активно і викликають бродіння,

*Shizosaccharomyces pombe* і *Saccharomyces cerevisiae*, у менших кількостях – *Candida krusei* (кандіда) і *C. mucoderma* (мікодерма).

При застосуванні методу диференціального забарвлення – забарвлення по Граму досліджувані зразки показали наявність як грам-позитивних так і грам-негативних мікроорганізмів. Дріжджі, молочнокислі бактерії фарбуються за Грамом (тобто грам-позитивні), мають синьо-фіолетовий колір; оцтовокислі бактерії не фарбуються за Грамом – мають червоний колір.

#### Висновки

1. Досліджена дія бензойної кислоти в якості консерванту харчових продуктів рослинного походження. Підтверджені дані про антимікробну дію бензойної кислоти, яка направлена, головним чином, проти плісневих грибів і дріжджів. Бактерії пригнічуються тільки частково.

2. При визначенні оптимальної концентрації бензойної кислоти в якості консерванту повинна враховуватися природа і властивості харчового продукту, такі як кислотність, кількість сахарози первинна бактеріальна обсеменінність сировини.

3. Внесення бензойної кислоти в кількості 0,2% в морквяний сік і 0,15% в яблуневий забезпечує суттєве зменшення загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів та повну відсутність дріжджів і пліснявих грибів протягом зберігання до 72 годин при збереженні органолептичних показників.

4. Отримані дані можуть бути використані при розробці технології подовження терміну зберігання плодово-овочевих соків або пюре на виробництвах харчової промисловості.

#### Список використаної літератури

1. Нечаев А. П. Пищевые добавки / А. П. Нечаев, А. А. Кочетова, А. Н. Зайцев. – М.: Колос, 2002. – 68 с.
2. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: навч. посіб./ Ю.О. Ластухін. – Львів: Центр Європи, 2009. – 836 с.
3. Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение: пер. с нем. / Э. Люк, М. Ягер. – СПб.: ГИОРД, 1998. – 256 с.
4. Колодязная В. С. Пищевая химия: учеб. пособие / В.С. Колодязная. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 140 с.
5. Осокіна Н.М. Обґрунтування та практичне застосування речовин антимікробної дії для обробки плодів чорної смородини під час зберігання / Н.М. Осокіна, О.П. Герасимчук // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2012. – № 1-2. – С. 94 – 105.
6. Johnson W. Safety assessment of benzyl alcohol, benzoic acid, and sodium benzoate / W.F. Bergfeld, D.V. Belsito, R.A. Hill, C.D. Klaassen, D.C. Liebler, J.G. Marks, R.C. Shank, T.J. Slaga, P.W. Snyder et al // International Journal of Toxicology. – 2017. – Vol. 36 (Suppl. S3). – P. 5 – 30.
7. Кирсенко В.В. Обоснование допустимой суточной дозы бензойной кислоты в Украине / В.В. Кирсенко, Т.А. Яструб // Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. – 2013. – №4. – С. 12 – 21.
8. ДСТУ 6045:2008. Фрукти, овочі та продукти перероблення, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні. Метод визначання рН. – Увед. 01.07.2009. – К.: Держспоживстандарт, 2009. – 11 с.
9. ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
10. Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпечності харчових продуктів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до джерела: [http://vetlabresearch.gov.ua/docs/kriterii\\_bezpeki\\_HP.PDF](http://vetlabresearch.gov.ua/docs/kriterii_bezpeki_HP.PDF).
11. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. – Увед. 01.07.2017. – К.: ВПНУБіП України «НДПІ стандартизації і технологій екобезпечної та органічної продукції, 2015. – 16 с.
12. ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. – Увед. 01.07.2017. – К.: ВПНУБіП України «НДПІ стандартизації і технологій екобезпечної та органічної продукції, 2015. – 15 с.
13. Блекберн К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов: пер. с англ. В.Д. Широков / К. де В. Блекберн. – СПб.: Профессия, 2008. – 784 с.

#### References

1. Nechaev A. P., Kochetova A. A., Zajcev A. N. Pishevyye dobavki [Food additives]. Moscow, Kolos, 2002. 68 p.
2. Lastukhin Ju.O. Kharchovi dobavky. E-kody. Budova. Oderzhannja. Vlastyvosti [Food additives. E-codes. The structure. Obtaining. Properties]. Ljviv, Centr Jevropy, 2009. 836 p.
3. Lyuk E., Yager M. Konservanty v pishevoj promyshlennosti. Svoystva i primenenie [Preservatives in the food industry. Properties and applications]. Sankt-Peterburg, GIORD, 1998. 256 p.

4. Kolodyaznaya V. S. Pishhevaya himiya [Food chemistry]. Sankt-Peterburg, SPbGAHPT, 1999. 140 p.
5. Osokina N.M., Gherasymchuk O.P. Obgruntuvannja ta praktychne zastosuvannja rehovyn antimikrobnoci diji dlja obrobky plodiv chornoji smorodyny pid chas zberighannja [Substantiation and practical application of antimicrobial agents for the processing of blackcurrant fruits during storage] Visnyk Umansjkogho nacionaljnogho universytetu sadivnyctva [Messenger of the Uman National University of Gardening], 2012, no. 1-2, pp. 94-105.
6. Johnson W., Bergfeld W.F., Belsito D.V., Hill R.A., Klaassen C.D., Liebler D.C., Marks J.G., Shank R.C., Slaga T.J., Snyder P.W. et al. Safety assessment of benzyl alcohol, benzoic acid, and sodium benzoate. International Journal of Toxicology, 2017, no. 36, pp. 5-30.
7. Kirsenko V.V. Justification of the allowable daily dose of benzoic acid in Ukraine. Modern problems of toxicology, food and chemical safety cial problems of toxicology, kharchovo and chemical safety, 2013, no. 4, pp. 12 - 21. doi: 10.33273/2663-4570.
8. DSTU 6045:2008. Frukty, ovochi ta produkty pererobljannja, konservy m`jasni ta m`jaso-roslynni. Metod vyznachannja pH [State Standard 6045:2008. Fruits, vegetables and processed products, canned meats and meat and vegetable products. The method of determining the pH]. Kyjiv, Derzhspozhivstandart, 2009. 11 p.
9. GOST ISO 2173-2013. Produkty pererabotki fruktov i ovoshchey. Refraktometricheskiy metod opredeleniya rastvorimyx sukhikh veshchestv [Products of processing fruits and vegetables. Refractometric method for the determination of soluble solids]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 12 p.
10. Mikrobiologichni kryteriji dlja vstanovlennja pokaznykiv bezpechnosti kharchovykh produktiv (Microbiological criteria for establishing indicators of food safety) Available at: [http://vetlabresearch.gov.ua/docs/kriterii\\_bezpeki\\_HP.PDF](http://vetlabresearch.gov.ua/docs/kriterii_bezpeki_HP.PDF) (accessed 10 October 2019).
11. DSTU 8446:2015. Produkty kharchovi. Metody vyznachennja kiljkosti mezofilnykh aerobnykh ta fakuljtatyvno-anaerobnykh mikroorghanizmiv [State Standard 8446:2015. Food Products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms]. Kyjiv, Research and Design Institute standardization and technologies of environmentally friendly and organic products, 2015. 16 p.
12. DSTU 8447:2015. Produkty kharchovi. Metod vyznachennja drizhdzhiv i plisenevykh ghrybiv [State Standard 8447:2015. Food Products. The method of determining yeast and fungi]. Kyjiv, Research and Design Institute standardization and technologies of environmentally friendly and organic products, 2015. 15 p.
13. Blackburn Clive de W. Mikrobiologicheskaia porcha pishchevykh produktov [Food Spoilage Microorganisms]. Sankt-Peterburg, Professija Publ., 2008. 784 p.

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004.896

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.9](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.9)

К.О. БЄЛЄВАНЦЕВА

Державний вищий навчальний заклад  
«Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

ORCID: 0000-0003-1133-3460

О.І. ПРОНИНА

Державний вищий навчальний заклад  
«Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

ORCID: 0000-0001-7085-8027

**ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ПРИ ВИЗНАЧЕННІ  
ПРИВАБЛИВОСТІ ПАСАЖИРОПОТОКУ**

*Аналізуючи сучасні пасажирські перевезення в Україні, можна зробити висновок, що зі збільшенням кількості міського населення зростає потреба в розвитку пасажирських перевезень, а також у підвищенні якості транспортних послуг. Основними завданнями пасажирського міського транспорту є повне і сучасне задоволення потреб населення в перевезеннях, підвищення ефективності та якості роботи транспортної системи. У даній роботі розглядається модель пасажиропотоку в межах міста. Проведено аналіз стану проблеми міського транспорту з урахуванням вітчизняного та зарубіжного досвіду. Розглянуто основні методи дослідження пасажиропотоку, що застосовуються в диспетчерських службах. Обрані основні параметри, які впливають на оцінку пасажиропотоку. На підставі характеристик предметної області, а саме великої кількості різнобічних факторів, що впливають, обраний найбільш відповідний метод вивчення привабливості маршруту - нечіткий висновок. Була побудована нечітка модель оцінки пасажиропотоку, за допомогою кортежів описані входні лінгвістичні змінні. Описано вибір функцій приналежності для змінних, найменування термів входних і вихідних змінних, позначені інтервали універсуму та сформовано продукційні правила. Розроблена модель була реалізована у вигляді системи нечіткого виведення для оцінки пасажиропотоку в середовищі MatLab Fuzzy. В роботі представлені всі етапи її побудови. Розроблена модель ляже в основу системи, яка полегшить роботу диспетчера для оцінки пасажиропотоку, дозволить йому визначати завантаженість маршруту та зменшить навантаження. Усе це разом допоможе оптимізувати пересування пасажирів в міському транспорті, що веде до покращення ринку перевезень.*

*Ключові слова: пасажиропотік, привабливість маршруту, модель нечіткого виводу, продукційні правила.*

Е.А. БЕЛЕВАНЦЕВА

Государственное высшее учебное заведение  
«Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

ORCID: 0000-0003-1133-3460

О.И. ПРОНИНА

Государственное высшее учебное заведение  
«Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

ORCID: 0000-0001-7085-8027

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ  
ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПАСАЖИРОПОТОКА**

*Анализируя современные пассажирские перевозки в Украине, можно сделать вывод, что с увеличением количества городского населения растет потребность в развитии пассажирских перевозок, а также в повышении качества транспортных услуг. Основными задачами пассажирского городского транспорта является полное и современное удовлетворение потребностей населения в перевозках, повышение эффективности и качества работы транспортной системы. В данной работе рассматривается модель пассажиропотока в пределах города. Проведен анализ состояния проблемы городского транспорта с учетом отечественного и зарубежного опыта. Рассмотрены основные методы изучения пассажиропотока, применяемые в диспетчерских службах. Выбраны основные параметры, которые влияют на оценку пассажиропотока. На основании характеристик предметной области, а именно большого количества разносторонних влияющих факторов, выбран наиболее подходящий метод изучения привлекательности маршрута – нечеткий вывод. Была построена нечеткая модель оценки пассажиропотока, с помощью кортежей описаны входные лингвистические*



*переменные. Описан выбор функций принадлежности для переменных, наименования термов входных и выходной переменной, обозначены интервалы универсума и сформированы продукционные правила. Разработанная модель была реализована в виде системы нечеткого вывода для оценки пассажиропотока в среде MatLab Fuzzy. В работе представлены все этапы ее построения. Разработанная модель ляжет в основу системы, которая облегчит работу диспетчера для оценки пассажиропотока, позволит ему определять загруженность маршрута и уменьшит нагрузку. Все это вместе поможет оптимизировать передвижения пассажиров в городском транспорте, что ведет к улучшению рынка перевозок.*

*Ключевые слова: пассажиропоток, привлекательность маршрута, модель нечеткого вывода, продукционные правила.*

K.A. BIELIEVANTSEVA  
State Higher Educational Institution  
"Priazov State Technical University", Mariupol  
ORCID: 0000-0003-1133-3460  
O.I. PRONINA  
State Higher Educational Institution  
"Priazov State Technical University", Mariupol  
ORCID: 0000-0001-7085-8027

### USAGE OF FUZZY SETS IN DETERMINING THE ATTRACTIVENESS OF PASSENGER FLOW

*When analyzing modern passenger transportation in Ukraine, we can conclude that with an increase in the number of urban population, the need for the development of passenger transportation, as well as for improving the quality of transport services, is growing. The main task of urban transit services is to fully and modernly meet the transportation needs of the population, while increasing the efficiency and quality of the transport system. In this paper, we consider the model of passenger traffic within the city. We analyze the state of the problem of urban transport, taking into account domestic and foreign experience. The basic methods for studying passenger flow used in dispatch services are considered. The main parameters that affect the estimation of passenger flow are selected. Based on the characteristics of the subject area, namely a large amount of diverse influencing factors, we choose the most suitable method for studying the attractiveness of the route - a fuzzy conclusion. A fuzzy model for estimating passenger flow is constructed, and input linguistic variables are described using tuples. The choice of membership functions for variables, the names of the terms of the input and output variables are described, the intervals of the universe are indicated. Production rules necessary for building a fuzzy inference system are formed. The developed model is implemented as a fuzzy inference system estimating passenger flow in the MatLab Fuzzy environment. The paper presents all the stages of its construction. The developed model will form the basis for a system that will facilitate the work of the dispatcher to assess passenger flow, allowing him to determine the load on the route and reduce it. All of this collectively will help optimize the movement of passengers in public transport, which will lead to an improvement in the transportation market.*

*Keywords: passenger flow, attractiveness of the route, model of fuzzy inference, production rules.*

#### Постановка проблеми

У сучасному світі транспортна мобільність грає важливу роль. Вона впливає на різноманітні сфери нашого життя та є їх складовою частиною, наприклад, це стосується нормального функціонування економіки, ефективність виробництва. Також вона відповідає за раціональний розподіл виробничої сили по певній території. Усе це дозволяє розвиватися таким галузям як сільське господарство, торгівля, промисловість, туризм та іншим.

Основним завданням пасажирського автомобільного транспорту є повне і сучасне задоволення потреб населення в перевезеннях, підвищення ефективності та якості роботи транспортної системи.

Тема оцінки пасажиропотоку не є зовсім новою. Існує достатня кількість досліджень, аналітичних даних та інформації щодо транспортних пересувань населення. Також існує й різні методи їх вивчення [1, 2], які можна класифікувати по якимось спільним ознакам (рис. 1).

Наприклад, по тривалості охоплюваного періоду розрізняють систематичні і разові. Перші проводять кожного дня впродовж усього періоду руху працівники служби експлуатації, а другими називають короточасні обстеження.

За шириною охоплення бувають суцільні та вибіркові дослідження. Суцільні проводяться по всім маршрутам одночасно. За допомогою цього методу вирішуються такі важливі проблеми, як ефективність роботи та графіків, підлаштування транспорту під пасажирські потреби, координація

роботи. Це дуже корисно, але є затратним за кількістю робітників. Вибіркові ж дослідження покривають тільки обрану частину мережі, де вирішуються простіші й не такі глобальні питання.

За способами проведення методи вивчення пасажиропотоку поділяють на чотири варіанти. Перший – анкетний, який дозволяє отримати достовірні дані щодо транспортної мобільності мешканців, але він є й дуже трудомістким у плані роботи з людьми, обробкою отриманих даних, а також залежний від бажання людей співпрацювати. Другий метод – звітно-статистичний. Він ґрунтується на продані пасажиром у салоні транспортного засобу квитки, статистику перевезених людей із пільгами, на облікові звіти. Це гарний спосіб щоб визначити обсяги перевезених пасажирів для кожного транспортного напрямку, але він не дає можливості оцінити максимальну завантаженість. Наступний метод – натурний – передбачає певну взаємодію із пасажиром та отримання від них безпосередньої інформації. Останніми є автоматизовані методи, що працюють без людського фактору та взаємодії з пасажиром та видають оброблену інформацію щодо пасажиропотоку. Вони у значній мірі можуть скоротити задіяну кількість людей, що приймають участь у дослідженнях, хоча й можуть дорого коштувати.



Рис. 1. Методи оцінки пасажиропотоку

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сьогоднішній день існує багато робіт присвячених оцінці пасажиропотоку. Так у роботі Джассбі [3] запропонована трифазна система нечітких висновків (FIS), де було запропоновано зіставити соціальні та демографічні змінні до загальної кількості поїздок. Перша FIS призначена для зіставлення змінних пересувань з кількістю сформованих поїздок. Друга система націлена на зіставлення кількості змінних зацікавленості з кількістю залучених в результаті поїздок. Третя FIS призначена для поєднання результатів першої і другої системи.

Ця робота показує, що ключовою умовою для успішного прогнозування майбутнього є правильний аналіз уже існуючого. Потрібні деякі функції, які допоможуть виявити існуючі схеми подорожей між регіонами, дослідити їх та удосконалити. Основним завданням було максимально точно описати людський вибір, який більше відповідає нечіткій логіці порівняно з чіткою математикою. Нечітка логіка може стати логічним способом для відображення таких областей.

Ще одним прикладом вивчення пасажиропотоку можна привести роботу Компіла та Селіка [4]. Вони займалися моделюванням розподілу пасажиропотоку за допомогою нечітких правил та генетичних систем. У поєднанні ці два способи дають кращі та адекватні дані, ніж поодиночі. Це дослідження продемонструвало їх використання на прикладі складних міських регіонів із бажаним рівнем точності та інтерпретації. Вони відрізняються від аналогічних попередніх робіт в декількох аспектах: вперше була запропонована і застосована генетична нечітка система для моделювання пасажирських потоків; розроблено оригінальні рішення проблеми навчання нечіткої бази; було встановлено широке порівняння продуктивності серед нечіткої, генетичної нечіткої моделі розподілу поїздок.

У працях А. Білоуса та І. Демчук [5] моделі оцінки пасажиропотоку, які базуються на нечіткій логіці із застосуванням генетичних алгоритмів вважаються досить надійними та достовірними. Генетичні алгоритми відкидають гірші варіанти та залишають найкращі, методом відбору та еволюції. Вони мінімізують втручання в налаштування параметрів. Із переваг можна виокремити надання високоякісних результатів аналізу, але недоліком є суб'єктивність вибору функцій приналежностей.

Інший дослідник, Ді Ін, виводив формулу оцінки задоволення транспортними кореспонденціями за допомогою нечіткої логіки [6]. Він вимірює задоволеність пасажирів автобусом на рівні обслуговування та надає пропозиції щодо покращення послуг громадського транспорту за результатами дослідження. Крім цього він не відкидає думки, що його методи не враховують такі аспекти, як регіональні екологічні питання. У роботі не було враховано вплив погоди, пори року та

міської культури під час проведення оціночних досліджень. У той же час, через різну погоду та пори року, стан людей досить різний [7], що також може вплинути на задоволення від їзди. Також не враховується проблема скільки автобусів пасажирів можуть вибрати до одного й того ж місця. Задоволення від їзди впливатиме на прийняте рішення пасажирів щодо вибору лінії. Це також напрямок майбутніх досліджень.

Щодо критеріїв привабливості маршруту, то у праці Грирорової Т. [8] було досліджено значущість факторів, які впливають на вибір пасажирів. Їх порівняння проводилося натурним методом за допомогою анкет, після чого був складений рейтинг таких факторів, як час руху, вартість проїзду, час очікування, кількість пересадок та ін.

Аналогічні дослідження проводив і Ковалишин В. [9]. Серед багатьох критеріїв він у першу чергу виділив час очікування пасажирів на зупинці, як найважливіший критерій. Друге місце посів показник часу поїздки. А ось на третій позиції – наповненість транспорту.

Давідч Н. також спирався у своїй праці [10] на час руху під час поїздки. Автор описав його нелінійним регресійним рівнянням, де змінними виступали швидкість маршрутного потоку, коефіцієнт заповненості транспорту, довжина перегону та потужність двигуна. У результаті він отримав показник якості перевезення пасажирів.

#### Формулювання мети дослідження

Мета даної роботи – дослідити роботу міського маршрутного транспорту, проаналізувати критерії, що впливають на оцінку пасажиропотоку та побудувати нечітку модель оцінки пасажиропотоку.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Оцінка пасажиропотоку складається із багатьох факторів, переплетених один з одним. Проаналізувавши різні методи вирішення цієї проблеми та переглянувши аналогічні завдання, було прийнято рішення взяти за основу нечітку логіку.

Цей метод застосовується коли нам потрібно не просто сказати однозначно так чи ні, істина чи брехня, а показати сам ступінь істинності. Тобто твердження можуть бути частково правдиві та частково помилкові. Це допомагає вирішити багато життєвих задач, адже наша реальність складна і характеризується неоднозначністю, неточністю та не лінійністю.

Щоб оцінити пасажиропотік за допомогою нечіткої логіки треба виділити параметри, зазначити діапазон значень, які можуть набувати параметри та вибрати функції приналежності.

Щодо функції приналежності, то їх існує багато. Але для даної проблематики було виокремлено сигмоїду та дзвін [11]. Вони нелінійні та не мають різних піків, що означає для них підійде більше значень.

#### Нечітка модель оцінки пасажиропотоку

Згідно предметної галузі було обрано основні критерії, що впливають на пасажиропотік. Нечітка модель розрахунку ступеня впевненості у привабливості пасажиропотоку представлена в наступному вигляді [12]:

$$L = \langle \{V\}_{i=1}^4; \{R\}_{k=1}^{180}; \{W\}_{j=1}^1 \rangle, \quad (1)$$

де  $\{V\}$  - множина вхідних лінгвістичних змінних;  
 $\{R\}$  - множина продукційних правил;  
 $\{W\}$  - множина вихідних лінгвістичних змінних.

Множина вхідних змінних  $\{V\}_{i=1}^4 = \{\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4\}$  складається з лінгвістичних змінних:

–  $\beta_1$  визначається кортежем  $\langle \beta_1, T(\beta_1), X \rangle$ , де  $\beta_1$  = «інтервал між транспортними засобами»,  $T(\beta_1) = \{IS, IM, IL\}$ ,  $X = [0;1]$ . Він описує як часто транспортні засоби виходять на маршрути та наскільки великий проміжок між рухомою одиницею. Найменування та параметри термів представлені в табл. 1;

–  $\beta_2$  визначається кортежем  $\langle \beta_2, T(\beta_2), X \rangle$ , де  $\beta_2$  = «технічний стан транспортного засобу»,  $T(\beta_2) = \{CB, CM, CG, CE\}$ ,  $X = [0;100]$ . Параметр буде вимірюватися у відсотках, а його діапазон сягатиме від 0 до 100%. Де значення, які ближче до 0 будуть вказувати на гірший стан, ніж ті, що ближче до 100. Такий терм як «дуже поганий» не вводиться, так як при настільки незадовільному стані транспортного засобу його взагалі не повинні випускати на маршрут. Найменування та параметри термів представлені в табл. 2;

–  $\beta_3$  визначається кортежем  $\langle \beta_3, T(\beta_3), X \rangle$ , де  $\beta_3$  = «довжина маршруту»,  $T(\beta_3) = \{MS, MM, ML\}$ ,  $X = [0;50]$ . Довжина маршруту вимірюватиметься у кількості зупинок на маршрут. Її діапазон сягатиме від 0 до 50. Чим коротша відстань для пасажирів від початкової зупинки, де

він сів у транспортний засіб, до кінцевої - тим менше часу він витратить на дорогу та тим привабливіше для нього буде маршрут. Найменування та параметри термів представлені в табл. 3;

$-\beta_4$  визначається кортежем  $\langle \beta_4, T(\beta_4), X \rangle$ , де  $\beta_4 =$  «час доби»,  $T(\beta_4) = \{TF, TM, TD, TE, TN\}$ ,  $X = [4; 23]$ . Транспортні засоби виходять на маршрути та сходять з них у різний час, але можна виділити такий діапазон, як з 4 години ранку до 11 години ночі, коли вони активні. Найменування та параметри термів представлені в табл. 4.

Таблиця 1

Інтервал між транспортними засобами

Позначення терму	Назва терму	Тип функції приналежності	Параметри			Вихідний універсум
			a	b	c	
IS	маленький	сигмоїда	-20	-	0,25	[0; 0,3]
IM	середній	узагальнений дзвін	0,15	2	0,5	[0,3; 0,7]
IL	великий	сигмоїда	20	-	0,75	[0,7; 1]

Таблиця 2

Технічний стан транспортного засобу

Позначення терму	Назва терму	Тип функції приналежності	Параметри			Вихідний універсум
			a	b	c	
CB	поганий	сигмоїда	-0,25	-	15,5	[0; 25]
CM	середній	узагальнений дзвін	7	1,5	36	[25; 50]
CG	гарний	узагальнений дзвін	7	1,5	65	[50; 75]
CE	відмінний	сигмоїда	0,25	-	85	[75; 100]

Таблиця 3

Довжина маршруту

Позначення терму	Назва терму	Тип функції приналежності	Параметри			Вихідний універсум
			a	b	c	
MS	короткий	сигмоїда	-0,5	-	13	[0; 16]
MM	середній	узагальнений дзвін	7	2	25,5	[16; 36]
ML	довгий	сигмоїда	0,5	-	38	[36; 50]

При формуванні бази правил  $\{R\}_{j=1}^{180} = \{R_1, R_2, \dots, R_{180}\}$  кожне правило представлено у вигляді нечіткої продукції [12].

Нечітка база знань з інформацією про залежність «вхід - вихід» містить лінгвістичні правила, приклади яких представлені нижче:

1. ЯКЩО  $\beta_1 =$  «великий» ТА  $\beta_2 =$  «поганий» ТА  $\beta_3 =$  «довгий» ТА  $\beta_4 =$  «ранній ранок» ТО  $\omega_1 =$  «мала».
2. ЯКЩО  $\beta_1 =$  «середній» ТА  $\beta_2 =$  «середній» ТА  $\beta_3 =$  «середній» ТА  $\beta_4 =$  «ніч» ТО  $\omega_1 =$  «середня».
3. ЯКЩО  $\beta_1 =$  «маленький» ТА  $\beta_2 =$  «відмінний» ТА  $\beta_3 =$  «короткий» ТА  $\beta_4 =$  «день» ТО  $\omega_1 =$  «велика».

Таблиця 4

Позначення терму	Назва терму	Тип функції приналежності	Параметри			Вихідний універсум
			a	b	c	
TF	ранній ранок	сигмоїда	-3	-	5,5	[4; 6]
TM	ранок	узагальнений дзвін	1,3	2,5	8	[6; 10]
TD	день	узагальнений дзвін	2	3	13	[10; 16]
TE	вечір	узагальнений дзвін	1,3	2,5	18	[16; 20]
TN	ніч	сигмоїда	3	-	20,5	[20; 23]

Правила задаються експертами на основі суб'єктивних переваг і не носять випадкового характеру.

На привабливість маршруту впливають усі вхідні параметри: інтервал між транспортними засобами, технічний стан транспортного засобу, довжина маршруту, час доби. В залежності від них буде формуватися вихідна змінна, за допомогою якої і можна оцінити пасажиропотік. Чим ближче значення до одиниці, тим більше впевненості, що пасажир вибере даний маршрут тому що він є найбільш привабливим.

Лінгвістична змінна  $\omega_1$  визначається кортежем  $\langle \omega_1, T(\omega_1), X \rangle$ , де  $\omega_1 =$  «ступінь впевненості у привабливості маршруту»,  $(\omega_1) = \{PS, PM, PL\}$ ,  $X = [0; 1]$ .

Найменування та параметри термів представлені в табл. 5.

Таблиця 5

Позначення терму	Назва терму	Тип функції приналежності	Параметри			Вихідний універсум
			a	b	c	
PS	мала	сигмоїда	-20	-	0,25	[0; 0.3]
PM	середня	узагальнений дзвін	0,15	2	0,5	[0,3; 0,7]
PL	велика	сигмоїда	20	-	0,75	[0,7; 1]

Для перевірки адекватності розробленої моделі, було проведено моделювання за допомогою інструменту Matlab Fuzzy Logic Toolbox. Ця програма слугує для загального аналізу адекватності нечіткої моделі та дає можливість оцінити вплив зміни значень вхідних нечітких змінних на значення вихідних [13].

Після визначення змінних та термів для кожної з них можна переходити до створення самої моделі (рис. 2).

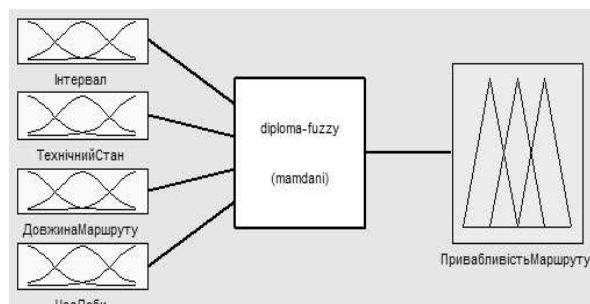


Рис. 2. Модель нечіткого висновку

Лінгвістична змінна «Інтервал» (рис. 3) характеризується трьома термами: «маленький», «середній», «великий».

Лінгвістична змінна «Технічний стан» (рис. 4) характеризується чотирма термами: «поганий», «середній», «гарний», «відмінний».

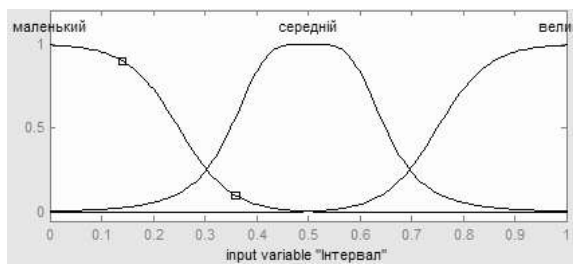


Рис. 3. Вхідна змінна «Інтервал»

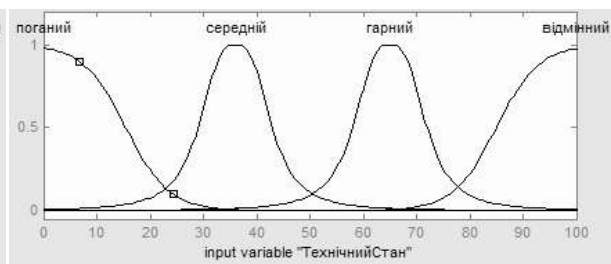


Рис. 4. Вхідна змінна «Технічний стан»

Лінгвістична змінна «Довжина маршруту» (рис. 5) характеризується трьома термами: «короткий», «середній», «довгий».

Лінгвістична змінна «Час доби» (рис. 6) характеризується п'ятьма термами: «ранній ранок», «ранок», «день», «вечір», «ніч».

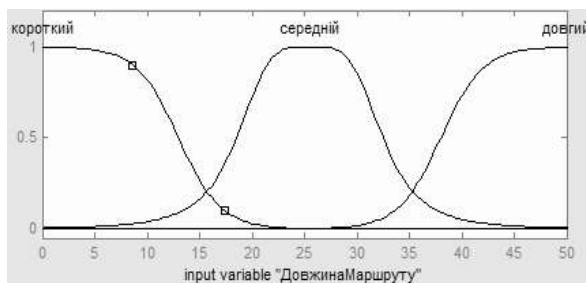


Рис. 5. Вхідна змінна «Довжина маршруту»

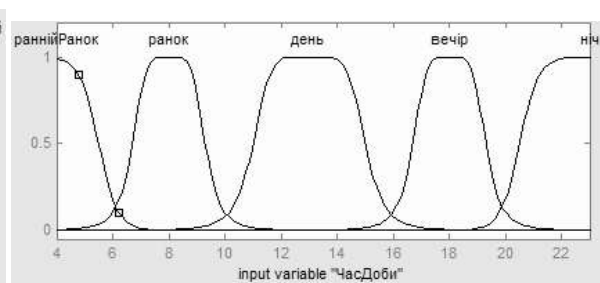


Рис. 6. Вхідна змінна «Час доби»

Остання змінна є вихідною – «Привабливість маршруту» (рис. 7). Вона описується трьома термами: «мала», «середня», «велика».

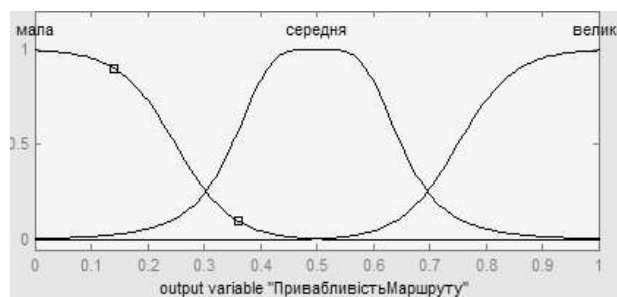


Рис. 7. Вихідна змінна «Привабливість маршруту»

Після моделювання задаються правила нечіткої системи. Загальна кількість правил сягає 180 штук. На рис. 8 можна побачити їх приклад.

Візуалізація нечіткого логічного висновку (рис. 9) дозволяє проілюструвати висновок по кожному правилу окремо, отримання нечіткої множини і виконання процедури дефазифікації.

При дослідженні нечіткої моделі використовується режим перегляду правил. Отримати значення необхідної вихідної змінної можна, задавши конкретне значення вхідних змінних. Приклад візуалізації поверхні зображено на рис. 10.

171. If (Інтервал is великий) and (ТехнічнийСтан is поганий) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is мала) (1)  
 172. If (Інтервал is маленький) and (ТехнічнийСтан is середній) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)  
 173. If (Інтервал is середній) and (ТехнічнийСтан is середній) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)  
 174. If (Інтервал is великий) and (ТехнічнийСтан is середній) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is мала) (1)  
 175. If (Інтервал is маленький) and (ТехнічнийСтан is гарний) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)  
 176. If (Інтервал is середній) and (ТехнічнийСтан is гарний) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)  
 177. If (Інтервал is великий) and (ТехнічнийСтан is гарний) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)  
 178. If (Інтервал is маленький) and (ТехнічнийСтан is відмінний) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)  
 179. If (Інтервал is середній) and (ТехнічнийСтан is відмінний) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)  
 180. If (Інтервал is великий) and (ТехнічнийСтан is відмінний) and (ДовжинаМаршруту is довгий) and (ЧасДоби is ніч) then (ПривабливістьМаршруту is середня) (1)

Рис. 8. Правила системи нечіткого виводу

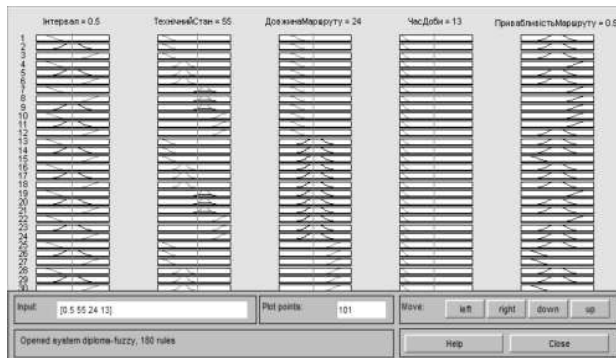


Рис. 9. Інтерфейс перегляду правил системи нечіткого виводу

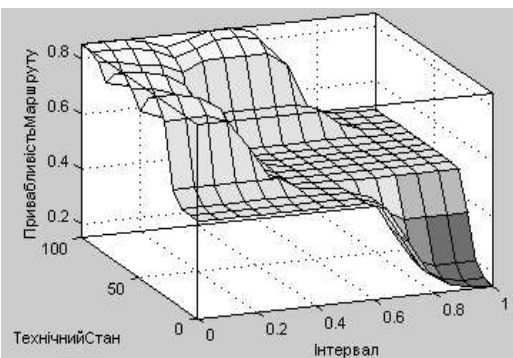


Рис.10. Візуалізація поверхні

Після введення усіх можливих правил було проаналізовано їх, виявилось, що терм «мала» для вихідної змінної ступінь впевненості у привабливості маршруту по відношенню до змінної привабливості маршруту зустрічається 21 раз, терм «середня» зустрічається 120 раз, терм «велика» 39 разів.

Слід відзначити, що найбільш ефективним способом при якому використовується нечітка логіка, це – моделі, що включають в себе велику кількість змінних. У цьому випадку завдання змінних та функцій приналежності їх термів у графічному режимі, за допомогою Matlab Fuzzy Logic Toolbox, а також візуалізація правил дозволяють істотно зменшити трудомісткість перевірки нечіткої моделі, знизити кількість можливих помилок та скоротити загальний час нечіткого моделювання.

#### Висновки

У ході дослідження була змодельована система оцінки пасажиропотоків. Її модель базується на нечіткій логіці, яка більш точно може описати вибрану предметну область. Для моделювання було використано інструмент Matlab Fuzzy Logic Toolbox. У якості основних критеріїв оцінки привабливості маршруту були вибрані наступні: інтервал між транспортними засобами, технічний стан, довжина маршруту та час доби.

Це дослідження робилось з метою побудови нечіткої моделі, для подальшої реалізації її у вигляді системи для диспетчерів. Система, що розробляється спрямована на полегшення роботи диспетчера оцінки пасажиропотоку, завдяки виявленню годин пік та завантаженості маршрутів. На основі оцінки пасажиропотоку диспетчер може змінити навантаження, та будувати динамічний розклад у різні години доби. Усе це разом допоможе поліпшити пересування пасажирів у міському транспорті, зменшити негативні враження, після його використання та покращити інфраструктуру міста.

#### Список використаної літератури

1. Палант О.Ю. Огляд методів обстеження пасажиропотоків / О.Ю. Палант // Бізнес Інформ. –2014. – №11. – С. 142–148.
2. Вдовиченко В.О. Дослідження перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах пасажирського транспорту міста Кривого Рогу / Вдовиченко В.О., Великодний Д.О., Нікітченко В.М. // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: III міжнародна науково-практична інтернет-конференція (14-16 квітня 2015). – Вінниця: ВНТУ, 2015 – С. 50–53.
3. Jassbi J. Soft system modeling in transportation planning: Modeling trip flows based on the fuzzy inference system approach / J. Jassbi, P. Makvandi, M. Ataei, Pedro A. C. Sousa // African Journal of Business Management – 2011. – Vol. 5(2). – P. 505–514.
4. Kompil M., Celik H. Modelling trip distribution with fuzzy and genetic fuzzy systems. Transportation Planning and Technology – 2013. – Vol. 36 (2). – P. 170–200. doi: 10.1080/03081060.2013.770946.

5. Білоус А. Б. Аналіз методів та моделей розрахунку обсягу пасажирських кореспонденцій / А. Б. Білоус, І. А. Демчук // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – 3/3(69). – С. 55–57. doi: 10.15587/1729-4061.2014.24545.
6. Di Yin Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation of Passenger Satisfaction in Urban Public Transport // *Modern Economy* – 2018. doi: 10.4236/me.2018.93034.
7. Huang, H.B. The Research on Changsha City Bus Passenger Satisfaction Evaluation by AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation. // *Central South University of Forestry and Technology* – 2014.
8. Григорова Т.М. Визначення факторів, які впливають на вибір пасажирами виду приміського транспорту / Т.М. Григорова, Ю.О. Давідіч, В.К. Доля // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків, 2015. – №21 (1130). – С.29–37.
9. Ковалишин В.В. Про «комфортний» час очікування громадського транспорту у Львові: [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу: <http://volodymyrkovalyshyn.blogspot.com/2013/06/blog-post.html>.
10. Давідіч Н.В. Оцінка якості в проектах міського пасажирського транспорту / Давідіч Н.В. // *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. – Луцьк, 2016. – №1 (5). – С.63–66.
11. Mamdani, E. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller / Mamdani, E., Assilian, S. // *International Journal of Man-Machine Studies*. – 1975. – Vol.7. – P.1–13. doi: 10.1016/B978-1-4832-1450-4.50032-8/.
12. Mamdani, E. Applications of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis // *IEEE Transaction on Computers*. – 1977. – Vol.26, №12. – P.1182–1191. doi: 10.1109/TC.1977.1674779.
13. Леоненков О. В. Нечітке моделювання у середовищі MATLAB и fuzzyTECH / О. В. Леоненков. – Санкт-Петербург: Мастер решений, 2003. – 736 с.

#### References

1. Palant O. Yu. Review of Methods for Inspection of Passenger Flows / O. Yu. Palant // *Business Inform.* – 2014. – №11. – С. 142–148.
2. Vdovichenko V. A. Investigation of the redistribution of passenger traffic on urban routes of passenger transport in the city of Kryvyi Rih / Vdovichenko V. A., Velikodny D. O., Nikitchenko V. M. // *Suchasni tekhnolohii ta perspektyvy rozvytku avtomobilnoho transoportu: III mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia (14–16 kvitnia 2015) [Modern technologies and prospects for the development of road transport: III International Scientific and Practical Internet Conference (April 14–16, 2015)]*. – Vinnitsa: VNTU, 2015 – P. 50-53.
3. Jassbi J. Soft system modeling in transportation planning: Modeling trip flows based on the fuzzy inference system approach / J. Jassbi, P. Makvandi, M. Ataei, Pedro A. C. Sousa // *African Journal of Business Management* – 2011. – Vol. 5(2). – P. 505–514.
4. Kompil M., Celik H. Modelling trip distribution with fuzzy and genetic fuzzy systems. *Transportation Planning and Technology* – 2013. – Vol. 36 (2). – P. 170–200. doi: 10.1080/03081060.2013.770946.
5. Bilous A. B. Analysis methods and models of calculation of passenger correspondence / A. B. Bilous, I. A. Demchuk // *Eastern European Journal of Advanced Technologies*. – 2014 – 3/3 (69). – P. 55–57. doi: 10.15587/1729-4061.2014.24545.
6. Di Yin Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation of Passenger Satisfaction in Urban Public Transport // *Modern Economy* – 2018. doi: 10.4236/me.2018.93034.
7. Huang, H.B. The Research on Changsha City Bus Passenger Satisfaction Evaluation by AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation. // *Central South University of Forestry and Technology* – 2014.
8. Grigorova T. M. Determination of factors influencing the choice of passengers by type of suburban transport / T. M. Grigorova, Yu. O. Davidich, V. K. Dolya // *Bulletin of NTU "KPI"*. – Kharkiv, 2015. – №21 (1130). – P.29–37.
9. Kovalyshyn V. V. About the "comfortable" time of waiting for public transport in Lviv: [Electronic resource]. – 2013. – Available at: <http://volodymyrkovalyshyn.blogspot.com/2013/06/blog-post.html>.
10. Davidich N. V. Quality assessment in urban passenger transport projects / N. V. Davidich // *Modern technologies in engineering and transport*. – Lutsk, 2016. – №1 (5). – P.63–66.
11. Mamdani, E. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller / Mamdani, E., Assilian, S. // *International Journal of Man-Machine Studies*. – 1975. – Vol.7. – P.1–13. doi: 10.1016/B978-1-4832-1450-4.50032-8/.
12. Mamdani, E. Applications of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis // *IEEE Transaction on Computers*. – 1977. – Vol.26, №12. – P.1182–1191. doi: 10.1109/TC.1977.1674779.
13. Leonenko A. V. Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzyTECH / A. V. Leonenko. – St. Petersburg: Master of Decisions, 2003. – 736 p.



УДК 004.855.5

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.10](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.10)

А.С. ГРИЦАЙ

Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь  
ORCID: 0000-0001-6896-4269

Т.О. ЛЕВИЦЬКА

Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь  
ORCID: 0000-0003-3359-1313

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗНІМКАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ DEEP LEARNING

*Моделі виявлення патологічних структур за допомогою нейронних мереж (НМ), дозволяють прискорити процес діагностики захворювань і знижують частину помилок та повторних обстежень пацієнтів. У статті розглядаються проблеми і методи машинної класифікації та розпізнавання рентгенівських знімків (СХР), а також питання удосконалення штучних НМ, які використовуються для підвищення якості класифікації рентгенологічних синдромів. НМ ідеальні для розпізнавання захворювань з використанням сканувань, оскільки немає необхідності надавати конкретний алгоритм для визначення захворювання. На основі огляду останніх досліджень і публікацій сформульовані основні завдання, які необхідно вирішити при моделюванні системи. Крім того, були проаналізовані архітектури НМ. Описані їх недоліки і переваги. Встановлено, що сучасні методи виявлення аномалій (хвороб) в СХР мають складнощі з недостатньою кількістю учбових даних, стандартизацію зображень і з попередньою сегментацією навчального набору. Сформовані конкретні засоби розв'язання описаних проблем з якими стикаються НМ при аналізі даних. В якості рішення запропоновано використання методів глибоко навчання, а саме згортової НМ на основі зворотного розповсюдження помилки і стохастичного градієнтного спуску з попередньою сегментацією тренувальної вибірки та застосування трансферного навчання для категоризації хвороб на медичних зображеннях. Для реалізації поставлених завдань обрані сучасні інформаційні технології. Розроблена архітектура інтелектуальної системи має можливість розпізнавати аномалії в СХР на рівні лікарів та рентгенологів й використовує середовище глибокого навчання. Зроблено висновок, що незважаючи на багатообіцяючі, в деяких випадках вражаючі, результати інтелектуальних систем, серйозні проблеми залишаються, особливо в тому, що стосується теоретичної основи, яка б чітко пояснила способи визначення оптимального вибору моделі, типу і структури для конкретного завдання або для глибокого розуміння причин, за якими конкретна архітектура або алгоритм ефективні в цьому завданні чи ні.*

*Ключові слова: глибоке навчання; згортова нейронна мережа; методи розпізнавання образів; попередня обробка даних; рентгенограма; трансферне навчання.*

А.С. ГРИЦАЙ

Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь  
ORCID: 0000-0001-6896-4269

Т.А. ЛЕВИЦКАЯ

Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь  
ORCID: 0000-0003-3359-1313

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ DEEP LEARNING

*Моделі виявлення патологічних структур з допомогою нейронних мереж (НС), дозволяють ускорити процес діагностики захворювань і знижують частку помилок, а також повторних обстежень пацієнтів. В статті розглядаються проблеми і методи машинної класифікації і розпізнавання рентгеновських знімків (СХР), а також питання удосконалення штучних НС, які використовуються для підвищення якості класифікації рентгенологічних синдромів. НС ідеальні для розпізнавання захворювань з використанням сканування, оскільки немає необхідності надавати конкретний алгоритм для визначення захворювання. На основі огляду останніх досліджень і публікацій сформульовані основні задачі, які необхідно вирішити при моделюванні системи. Крім того, були проаналізовані архітектури НС. Описані їх недоліки і переваги. Встановлено, що сучасні методи виявлення аномалій (хвороб) в СХР мають складнощі з недостатньою кількістю учбових даних, стандартизацію зображень і з попередньою сегментацією навчального набору. Сформовані конкретні способи*

решения описанных проблем, с которыми сталкиваются ИС при анализе данных. В качестве решения предложено использование методов глубоко обучения, а именно сверточных ИС на основе обратного распространения ошибки и градиентного спуска с предварительной сегментацией тренировочной выборки и применения трансферного обучения для категоризации болезней на медицинских изображениях. Для реализации поставленных задач выбраны современные информационные технологии. Разработана архитектура интеллектуальной системы, которая имеет возможность распознавать аномалии в СХР на уровне врачей и рентгенологов используя среду глубокого обучения. Сделан вывод, что несмотря на многообещающие результаты интеллектуальных систем, серьезные проблемы остаются, особенно в том, что касается теоретической основы, которая бы четко объяснила способы определения оптимального выбора модели, типа и структуры для конкретной задачи или для глубокого понимания причин, по которым конкретная архитектура или алгоритм эффективны в этой задаче.

Ключевые слова: глубокое обучение; сверточная нейронная сеть; методы распознавания образов; предварительная обработка данных; рентгенограмма; трансферное обучения.

A.S. HRYTSAI

Pryazovskyi state technical university, Mariupol

ORCID: 0000-0001-6896-4269

T.A. LEVITSKAYA

Pryazovskyi state technical university, Mariupol

ORCID: 0000-0003-3359-1313

### INTELLIGENT SYSTEM FOR DETECTING ANOMALIES IN X-RAY IMAGES USING DEEP LEARNING METHODS

*Models for identifying pathological structures using neural networks (NN) can accelerate the process of diagnosing diseases and reduce the proportion of errors and re-examination of patients. The article discusses the problems and methods of machine classification and recognition of X-ray images, as well as issues of improving artificial NN, which are used to improve the quality of classification of X-ray syndromes. NN are ideal for the recognition of diseases using scanning, since there is no need to provide a specific algorithm for determining the disease. Based on a review of recent studies and publications, the main tasks are formulated that need to be solved when modeling the system. In addition, the architecture of the NN was analyzed. Their disadvantages and advantages are described. It has been established that modern methods for detecting anomalies (diseases) in radiographs have difficulties with insufficient training data, standardization of images, and preliminary segmentation of the training set. Specific ways of solving the described problems that NN faced when analyzing data have been formed. As a solution, it is proposed to use deep learning methods, namely convolutional NSs based on the back propagation of error and gradient descent with preliminary segmentation of the training sample and the use of transfer training to categorize diseases in medical images. For the implementation of the tasks selected modern information technology. An intelligent system has been developed that has the ability to recognize anomalies in radiographs at the level of doctors and radiologists and uses a deep learning environment. It is concluded that despite the promising, in some cases impressive, results of intelligent systems, serious problems remain, especially with regard to the theoretical basis, which would clearly explain how to determine the optimal choice of model, type and structure for a specific task or for a deep understanding the reasons why a particular architecture or algorithm is effective in this task.*

*Keywords: deep learning; convolutional neural network; pattern recognition methods; preliminary data processing; roentgenogram; transfer training.*

#### Постановка проблеми

Сьогодні тільки близько 10% населення в світі мають доступ до якісного медичного обслуговування, а більша частина світу навіть не має доступу до основних медичних послуг. В розвинутих країнах система охорони здоров'я перебуває під напругою, зі зростаючою вартістю і тривалим часом очікування. Медичні установи можуть генерувати сотні, якщо не тисячі рентгенограм (СХР) в день. У загальному випадку читання СХР є досить складним завданням як для рентгенологів, так і для лікарів. Цей процес вимагає високого ступеня майстерності і концентрації. Середній час, необхідний добре навченому рентгенологу, щоб прочитати СХР, становить близько 1-2 хвилин.

Дослідження за допомогою нейронних мереж (НМ) стикаються з наступними проблемами:

- кількісна оцінка невизначеності. Засновані на глибокому навчанні рішення для біомедичних застосувань можуть істотно виграти від гарантій надійності прогнозів і кількісного визначення невизначеності. Внаслідок біологічної мінливості і меж точності обладнання біомедичні дані складаються не з точних вимірювань, а з оцінок з шумом. Отже, вкрай важливо отримати міри невизначеності, які фіксують, як шум у вхідних значеннях поширюється через глибокі НМ;

- обмеження даних. Відсутність великомасштабних, високоякісних, правильно маркованих даних впливає на глибоке навчання майже в усіх напрямках;
- апаратні обмеження і масштабування. Ефективне масштабування глибокого навчання є складним завданням. З навчанням НМ і їх використанням для прогнозування пов'язані великі обчислювальні витрати (наприклад, час, пам'ять і енергія);
- спільне використання даних, коду і моделі. Надійна культура обміну даними, кодом і моделями прискорить прогрес в цій області. Культурні бар'єри для обміну даними, найкраще уловлюються з використанням визначення «дослідницький паразит» для опису вчених, що використовують дані інших дослідників. В області, яка враховує тільки відкриття, а не важку роботу по збору корисних даних, важко заохотити вчених ділитися своїми насилу завойованими даними;
- обмежена кількість даних навчання. Біомедичні набори даних часто містять обмежену кількість примірників або міток, це може призвести до низької продуктивності алгоритмів глибокого навчання. Методи навчання переносу, також відомі як адаптація домену, дозволяють переносити витягнуті шаблони між різними наборами даних і навіть доменами.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ряд досліджень було проведено для діагностики захворювань грудної клітини з використанням методології штучного інтелекту. Згідно зі статтею «Можливості та перешкоди для глибокого вивчення біології і медицини» глибоке навчання може бути застосовано, щоб відповісти на фундаментальні біологічні питання. Це особливо підходить для використання великих обсягів даних з досліджень з високою пропускну здатністю [1].

Для порівняльного аналізу і класифікації рентгенологічних захворювань грудної клітини розглядається три методи: НМ зворотного поширення, конкурентна НМ і згортова НМ [2].

Моделювання хвороб грудної клітини за допомогою НМ зворотного поширення (BPNN).

НМ зворотного розповсюдження базується на алгоритмі BPNN, вони дуже важливі і корисні при проблемах розпізнавання образів. Навчання мереж зворотного поширення включає оновлення параметрів для отримання добрих результатів класифікації. Для цього застосовується різна кількість прихованих нейронів, швидкість навчання та імпульс для отримання кращого результату класифікації. Помилки накопичені на вихідному шарі поширюються назад в мережу для коригування ваг.

Архітектура спроектованої НМ зворотного поширення для зображення розміром  $32 \times 32$  описана на рис. 1.

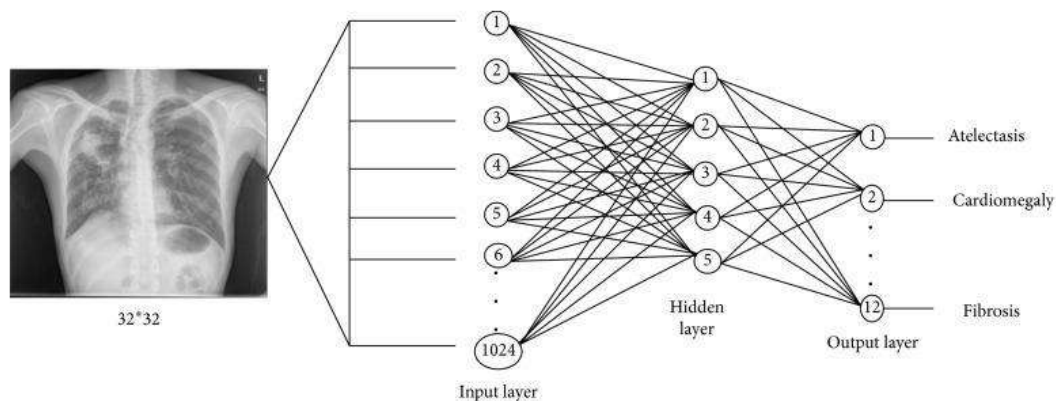


Рис. 1. Зворотне поширення НМ

Оскільки мережа зворотного поширення використовує керований алгоритм навчання, тому необхідно, щоб дані навчання були маркіровані.

Моделювання хвороб грудної клітини за допомогою конкурентної НМ (SpNN).

Для класифікації захворювань грудної клітини використовується SpNN, що використовує непідтримуваний алгоритм навчання. Використовуючи той факт, що такі мережі не потребують ручного маркування даних для навчання, вони економлять час на процес маркування. Конкурентне навчання працює шляхом підвищення спеціалізації кожного вузла в мережі. Правило конкурентного навчання засноване на трьох елементах:

- набір однакових нейронів з випадково розподіленими синоптичними вагами, що приводять до різної реакції нейронів на заданий набір вхідних шаблонів;
- обмеження накладено на значення «сили» кожного нейрона;
- механізм, який дозволяє нейронам конкурувати за право реагувати на підмножину вхідних даних, влаштований таким чином, що тільки один вихідний нейрон (або тільки один нейрон у групі) є активним за один раз.

На рис. 2 показана архітектура конкурентної нейронної мережі.

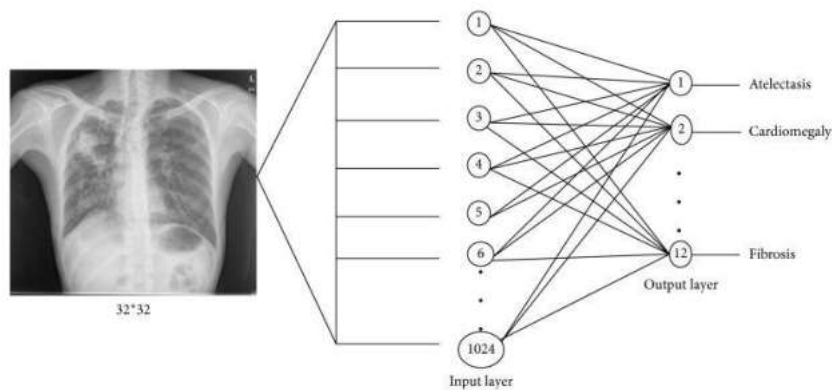


Рис. 2. Архітектура конкурентної НМ

Ці мережі використовують стратегію «переможець отримує все», коли тільки ваги, пов'язані з нейроном-переможцем, оновлюються в конкретну епоху, в той час як інші ваги не оновлюються. Цей процес навчання призводить до посилення кореляції між вхідними даними і відповідними нейронами-переможцями в процесі навчання.

Моделювання хвороб грудної клітини за допомогою згорткових НМ (CNN).

Згорткова НМ – алгоритм глибокого навчання, який може приймати вхідне зображення, присвоювати важливість (навчальні ваги та ухили) різним аспектам / об'єктам на зображенні та мати можливість відрізнати один від іншого. Попередня обробка, необхідна для роботи мережі значно нижча порівняно з іншими алгоритмами класифікації. Хоча в примітивних методах фільтри виробляються вручну, при достатньому навчанні мережа має можливість вивчати ці фільтри/характеристики. Для ефективного навчання використовується оптимізація за допомогою стохастичного градієнтного спуску [3].

Відповідні значення параметрів навчання мережі визначаються за допомогою експериментів.

На рис. 3 показана архітектура згорткової НМ.

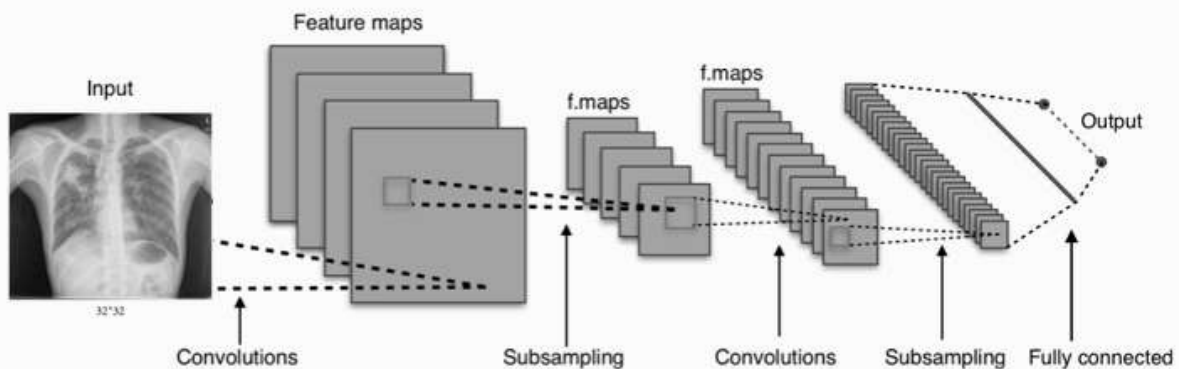


Рис. 3. Архітектура згорткової НМ

Результати порівняння роботи НМ представлені в табл. 1. Тренувальна вибірка для всіх CPNN та BPNN складалась з 1000 зображень, CNN – 100 000 зображень.

Таблиця 1

**Порівняння роботи нейронних мереж**

Модель	Тренувальний час, с	Відсоток розпізнавання, %	Середньоквадратична помилка	Максимальна кількість ітерацій
BPNN	630	80,04	0,0025	5000
CPNN	300	89,57	0,0036	1000
CNN	2500	92,4	0,0013	40000

Аналізуючи табл. 1 можна зробити висновки, що CNN досягла найвищого рівня розпізнавання для навчання і тестування даних, в порівнянні з іншими використовуваними мережами. Але ця перевага CNN над іншими мережами вимагає більш тривалого часу і більшої кількості ітерацій навчання, ніж у BPNN і CPNN. Крім того, можна бачити, що три мережі досягли низької середньоквадратичної помилки

(MSE), тоді як CNN отримала найнижчу (0,0013). Час, необхідний для сходження CNN, вище, ніж час BPNN і SpNN. Це пов'язано з глибиною структури згорткової НМ, яка зазвичай потребує тривалого часу, зокрема, коли кількість входів велика. Проте, ця глибока структура є основним фактором у досягненні більш високого відсотка розпізнавання у порівнянні з іншими мережами, такими як BPNN і SpNN.

#### **Формулювання мети дослідження**

Для підвищення достовірності постановки діагнозу використовуючи рентгенівські знімки потрібна реалізація методів і алгоритмів розпізнавання образів, які відсутні в сучасних автоматизованих системах аналізу та класифікації СХР.

Основне завдання – створити ефективну архітектуру НМ для виявлення аномалій в рентгенівських знімках, розробити алгоритм навчання НМ, визначити переваги та недоліки розробленої НМ.

На основі існуючих методів вирішення проблеми можна сформулювати завдання дослідження, яке полягає в застосування НМ з метою вирішення складнощів виявлення аномалій на рентгенівських знімках.

Постановка завдання:

- виявити ефективні методи попередньої обробки даних;
- розробити модель з використанням методів глибокого навчання, а саме за допомогою згорткової НМ для виявлення аномалій в рентгенівських знімках;
- зробити висновки та визначити ефективність НМ.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Проаналізувавши існуючі статті й дослідження були виявлені проблеми в області розпізнавання аномалій на СХР і для їх вирішення пропонуються методи і підходи описані нижче.

Метод зворотного поширення помилки. Це практика точного налаштування ваг НМ на основі частоти помилок, отриманих в попередню епоху. Правильна настройка ваг забезпечує більш низький рівень помилок, що робить модель надійною за рахунок збільшення її узагальнення. НМ поширює сигнал вхідних даних в прямому напрямку через свої параметри до моменту прийняття рішення, а потім поширює інформацію про помилку в зворотному напрямку по мережі, щоб вона могла змінювати параметри. Це відбувається крок за кроком:

- мережа робить припущення про дані, використовуючи їх параметри;
- мережа вимірюється за допомогою функції втрат;
- помилка зворотно поширюється для налаштування неправильних параметрів.

Сегментація навчальної вибірки. Виявлення часток легень є критичною стадією обробки в автоматичному аналізі СХР для легеневих розладів. Точна локалізація області легень і обробка зображень позитивно впливає на загальну продуктивність систем діагностики / виявлення, підвищує її точність і ефективність [4].

Поліпшення зображення легень. Вихідне зображення має низьку контрастність, і подальші методи обробки зображень можуть привести до небажаних результатів, тому є необхідним початковий крок поліпшення контрастності. Результатом цього кроку є покращене зображення, на якому область легких чітко відрізняється від фону.

Методи вирішення недостатньої кількості учбових даних. Великі медичні набори даних нелегко знайти з різних причин. Ручне анування СХР є досить трудомістким. Клінічні експерти зазвичай надають тільки невеликі набори даних. В останні роки ділитися клінічними даними стає все важче через суворі закони про конфіденційність пацієнтів.

Для того щоб вирішити проблему недостатньої кількості даних в роботі використовуються комбінація наступних методів доповнення:

- переклад. Переклад являє собою зсув щодо центру тренувального образу;
- обертання. Стратегія обертання тренувальних образів на довільну кількість градусів;
- розтягування. Анатомічні структури можуть проявлятися по-різному в різних рентгенівських зображеннях. Випадкове збільшення або зменшення масштабу може додати варіацій до таких змін;
- зрушення. Стратегія розтягування зображення в двох протилежних напрямках одночасно;
- контрастні збільшення. Медичні зображення, отримані з використанням обладнання різних виробників, можуть представляти відмінності в інтенсивності зображення.

Для того щоб отримати найкращі результати навчання НМ необхідно використовувати генератор випадковості типу і величини доповнення для кожної вибірки. Приклади застосування доповнень зображень представлені на рис. 4.

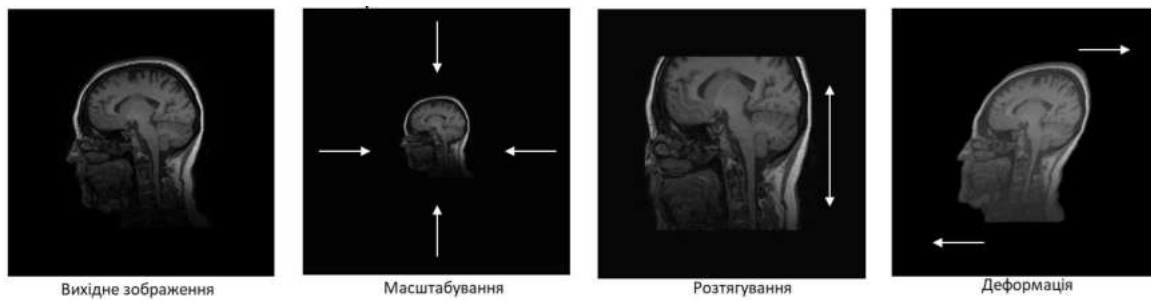


Рис. 4. Приклади застосування доповнень до CXR

Архітектура НМ. Для побудови моделі НМ вибрана згортова НМ.

CNN – це тип моделі глибокого навчання для обробки даних, що мають сіткову структуру. CNN – це математична конструкція, яка зазвичай складається з трьох типів шарів: згортки, об'єднання і повністю пов'язаних шарів. Перші два, шари згортки і об'єднання, виконують витяг об'єктів, тоді як третій, повністю пов'язаний шар, відображає витягнуті об'єкти в кінцевий результат, такий як класифікація.

Переваги використання CNN:

- не вимагає ручного вилучення ознак;
- архітектура CNN не обов'язково вимагає сегментації пухлин або органів людськими експертами.

Недоліки:

- CNN вимагає набагато більше даних через багату кількість доступних для оцінки параметрів і, отже, є більш дорогим в обчислювальному відношенні, що призводить до необхідності в графічних процесорах (GPU) для навчання моделі.

Як правило, для навчання НМ з нуля потрібно багато даних, але доступ до цих даних не завжди доступний. За допомогою трансферного навчання можна побудувати надійну модель машинного навчання з відносно невеликими даними, оскільки модель вже пройшла попередню підготовку. Крім того, час навчання скорочується, оскільки для навчання складної НМ з нуля іноді потрібні дні або навіть тижні. Трансферне навчання – це повторне використання попередньо навченої моделі для вирішення нової проблеми. Трансферне навчання має кілька переваг, але основними перевагами є економія часу на навчання, підвищення продуктивності НМ і відсутність необхідності у великій кількості даних. Це дуже корисно, оскільки в більшості реальних проблем зазвичай немає мільйонів помічених точок даних для навчання складних моделей.

#### Висновки

В результаті були розроблені методи та підходи для розв'язання проблеми виявлення аномалій на CXR, які дозволяють розробити ефективну архітектуру НМ й підвищити точність розпізнавання патологічних структур на рентгенограмах.

Глибоке навчання значно вплине на практичну реальність аналізу медичних зображень. Глибокі НМ в даний час не використовуються в клінічній практиці для медичної візуалізації, хоча деякі з них знаходяться в клінічних випробуваннях. Компанії починають застосовувати перші продукти, засновані на глибокому навчанні. Цей процес займе деякий час, так як попереду ще є проблеми. Необхідно збільшити кількість медичних зображень для навчання моделей НМ, необхідно отримати більше досвіду з 3D-зображеннями, а медичне співтовариство повинно стандартизувати отримання зображень.

Якщо НМ зможуть перевершити людей з розпізнавання зображень, це не означає, що лікарі залишаться без роботи. Майбутнє глибоких НМ змусить їх працювати разом з лікарями, а не змінити їх.

Незважаючи на багатообіцяючі результати, серйозні проблеми залишаються, особливо в тому, що стосується теоретичної основи, яка б чітко пояснила способи визначення оптимального вибору моделі, типу і структури для конкретного завдання або для глибокого розуміння причин, за якими конкретна архітектура або алгоритм ефективні в цьому завданні чи ні.

#### Список використаної літератури

1. Траверс Ч. Можливості та перешкоди для глибокого вивчення біології та медицини / Ч. Траверс. – Вісник інтерфейсу королівського суспільства – 2018. – 141с.
2. Рабіх Г. Глибокі згорткові нейронні мережі для виявлення хвороб грудної клітини / Г. Рабіх. – Вісник інтерфейсу королівського суспільства – 2018. – 141с.
3. Вейнховен Р.Г. Швидке тренування виявлення об'єктів із використанням стохастичного градієнтного випуску: матеріали міжнародної конференції за наявності образу (ICPR) / Р.Г. Вейнховен – Цукуба, Японія, 2010 р – 424 с.

4. Паттрапісетвонг П. Автоматична сегментація легких при рентгенографії грудної клітини з використанням теневого фільтра: матеріали конференцій IEEE / П. Паттрапісетвонг. – Манчестер, Великобританія, 2016.

#### **References**

1. Travers Ching. Opportunities and obstacles for deep learning in biology and medicine, J Healthc Eng, 2018, 15(141), doi: 10.1098/rsif.2017.0387.
2. Rahib H. Abiyev, Mohammad Khaleel Sallam Ma'aitah. Deep Convolutional Neural Networks for Chest Diseases Detection, J Healthc Eng, 2018, doi: 10.1155/2018/4168538.
3. Wijnhoven R.G. Fast Training of Object Detection Using Stochastic Gradient Descent, International Conference on Pattern Recognition, 2010, doi: 10.1109/ICPR.2010.112
4. Pattrapisetwong P. Automatic lung segmentation in chest radiographs using shadow filter and multilevel thresholding, International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), Manchester, 2016, doi: 10.1109/ICSEC.2016.7859887.

УДК 004.652.4

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.11>

Є.В. ДАНИЛЕЦЬ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-4491-6718

Г.О. РАЙКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-7357-5687

## ВИКОРИСТАННЯ ADO.NET ENTITY FRAMEWORK ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОКУМЕНТООБІГОМ КАФЕДРИ

У даній роботі розглянуто використання технології ADO.NET Entity Framework для створення інформаційних систем. Показано, що архітекторам та розробникам додатків орієнтованих на роботу з базами даних, доводиться враховувати необхідність досягнення двох абсолютно різних цілей. Вони повинні модулювати сутності, зв'язки та логіку бізнес-задач, а також працювати з ядрами СУБД, що використовуються для збереження і отримання даних. Дані можуть розподілятися за кількома системами зберігання даних, в кожній з яких застосовуються свої протоколи, але навіть в додатках, що працюють з однією системою зберігання даних, необхідно підтримувати баланс між вимогами системи зберігання даних і вимогами написання ефективного і зручного для обслуговування коду програми. Для вирішення цієї проблеми існують ORM-технології програмування (Object-Relational Mapping), які зв'язують бази даних з концепціями об'єктно-орієнтованих мов програмування, створюючи «віртуальну об'єктну базу даних». Зазначається, що використання цих технологій позбавляє програміста від написання великої кількості коду, тим самим значно підвищуючи швидкість розробки додатків. Показано, що більшість сучасних реалізацій ORM дозволяють програмісту при необхідності самому жорстко задати код SQL-запитів, який буде використовуватися при тих чи інших діях з об'єктом. В якості прикладу використання ADO.NET Entity Framework в середовищі IDE Visual Studio 2017 був створений прототип інформаційної системи управління документообігом кафедри. В роботі зазначається, що ефект від впровадження інформаційної системи кафедри полягає в інформаційній та управлінській сферах, а саме: підвищення продуктивності праці; економія часу; збільшення конкурентної переваги; забезпечення достовірності інформації; вдосконалення структури потоків інформації і системи документообігу; ефективна внутрішня координація за допомогою каналів електронного зв'язку.

Ключові слова: інформаційна система, ADO.NET Entity Framework, реляційні бази даних, SQL, Object-Relational Mapping, об'єктно-орієнтоване програмування.

Є.В. ДАНИЛЕЦЬ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-4491-6718

Г.А. РАЙКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-7357-5687

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ADO.NET ENTITY FRAMEWORK ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ КАФЕДРЫ

В данной работе рассмотрено использование технологии ADO.NET Entity Framework для создания информационных систем. Показано, что архитекторам и разработчикам приложений ориентированных на работу с базами данных, приходится учитывать необходимость достижения двух совершенно разных целей. Они должны модулировать сущности, связи и логику бизнес-задач, а также работать с ядрами СУБД, используемых для сохранения и получения данных. Данные могут распределяться по нескольким системам хранения данных, в каждой из которых применяются свои протоколы, но даже в приложениях, работающих с одной системой хранения данных, необходимо поддерживать баланс между требованиями системы хранения данных и требованиями написания эффективного и удобного для обслуживания кода программы. Для решения этой проблемы существуют ORM-технологии программирования (Object-Relational Mapping), которые связывают базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных». Отмечается, что использование этих технологий уменьшает объем кода, который необходимо программисту написать, тем самым значительно повышая скорость разработки



приложений. Показано, що більшість сучасних реалізацій ORM дозволяють програмісту при необхідності самому жорстко задати код SQL-запитів, який буде використовуватися при тих или інших діях з об'єктом. В якості прикладу використання ADO.NET Entity Framework в середовищі IDE Visual Studio 2017 було створено прототип інформаційної системи управління документооборотом кафедри. В роботі відзначається, що ефект від впровадження інформаційної системи кафедри заключається в інформаційній і управлінській сферах, а саме: підвищення продуктивності праці; економія часу; збільшення конкурентного переваги; забезпечення достовірності інформації; вдосконалення структури потоків інформації і системи документооборота; ефективна внутрішня координація з допомогою каналів електронної зв'язі.

Ключові слова: інформаційна система, ADO.NET Entity Framework, реляційні бази даних, SQL, Object-Relational Mapping, об'єктно-орієнтоване програмування.

Y.V. DANYLETS,  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-4491-6718  
H.O. RAYKO  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-7357-5687

### USING ADO.NET ENTITY FRAMEWORK TO CREATE A DEPARTMENT'S INFORMATION SYSTEM

*This paper discusses the use of ADO.NET Entity Framework technology to create information systems. It is shown that architects and developers of database-oriented applications have to consider the need to achieve two completely different goals. They should modulate the essence, relationships and logic of business tasks, as well as work with the database kernels used to store and retrieve data. Data can be distributed across several data storage systems, each of which has its own protocols, but even in applications that work with the same data storage system, it is necessary to maintain a balance between the requirements of the data storage system and the requirements for writing efficient and easy-to-maintain program code. To solve this problem, there are ORM-programming technologies (Object-Relational Mapping), which connect the database with the concepts of object-oriented programming languages, creating a "virtual object database". It is noted that using these technologies deprives the programmer from writing a large amount of code, thereby significantly increasing the speed of application development. It is shown that most modern ORM implementations allow the programmer to hardcode the SQL query code, if necessary, which will be used for certain actions with the object. A prototype of the department's document management information system was created in the Visual Studio 2017 IDE as an example of using the ADO.NET Entity Framework. The paper notes that the effect of the introduction of the information system of the department is in the information and management areas: improving labor productivity; time saving; increase in competitive advantage; ensuring the accuracy of information; improving the structure of information flows and the workflow system; effective internal coordination through electronic communication channels.*

*Keywords: information system, ADO.NET Entity Framework, relational databases, SQL, Object-Relational Mapping, object-oriented programming.*

#### Постановка проблеми

Документи є одним з предметів праці або результатом управлінської праці, а процедури роботи з документами є невід'ємними елементами технології управління. В системі організаційного управління використовуються різні форми уявлення і використання інформації, але переважно значення має документальна форма. Документообіг будь-якої кафедри вищого навчального закладу є одним з найбільш трудомістких процесів, що вимагає значних трудових і тимчасових витрат. При цьому важливо враховувати, що наявність в повному обсязі правильно розроблених документів є одним з найважливіших показників успішної роботи кафедри в цілому.

Як правило, кожен документ зберігається на кафедрі в двох формах: у електронному форматі (у вигляді комп'ютерних файлів на жорсткому диску комп'ютера кафедри) і в паперовому (на паперовому носії в роздрукованому вигляді, в конкретній папці документів відповідно до прийнятої класифікації). При цьому число таких папок істотно, а кількість зберігаються документів, як мінімум, на порядок більше.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Зазвичай архітекторам та розробникам додатків орієнтованих на роботу з базами даних, доводиться враховувати необхідність досягнення двох абсолютно різних цілей. Вони повинні модулювати сутності, зв'язки та логіку бізнес-задач, а також працювати з ядрами СУБД, що використовуються для збереження і отримання даних. Дані можуть розподілятися за кількома системами

зберігання даних, в кожній з яких застосовуються свої протоколи, але навіть в додатках, що працюють з однією системою зберігання даних, необхідно підтримувати баланс між вимогами системи зберігання даних і вимогами написання ефективного і зручного для обслуговування коду програми.

Системи керування базами даних демонструють непогану продуктивність під час виконання глобальних запитів, які зачіпають велику ділянку бази даних, але об'єктно-орієнтований доступ більш ефективний при роботі з малими обсягами даних, оскільки це дозволяє скоротити семантичну прогалину між об'єктною і реляційною формами даних [2].

В [1] зазначається, що необхідно забезпечити роботу з даними в термінах класів, а не таблиць даних і навпаки, перетворити терміни і дані класів в дані, придатні для зберігання в СУБД. Необхідно також забезпечити інтерфейс для CRUD-операцій над даними. Загалом, необхідно позбутися від необхідності писати SQL-код для взаємодії в СУБД.

Реляційні бази даних використовують набір таблиць, що представляють прості дані. Додаткова або пов'язана інформація зберігається в інших таблицях. Часто для зберігання одного об'єкта в реляційній базі даних використовується кілька таблиць; це, в свою чергу, вимагає застосування операції JOIN для отримання всієї інформації, що відноситься до об'єкту, для її обробки. Оскільки системи керування базами даних зазвичай не реалізують реляційного подання фізичного рівня зв'язків, то виконання декількох послідовних запитів може бути занадто витратним [1].

Використання реляційної бази даних для зберігання об'єктно-орієнтованих даних призводить до семантичного розриву, змушуючи програмістів писати програмне забезпечення, яке повинно вміти як обробляти дані в об'єктно-орієнтованому вигляді, так і вміти зберегти ці дані в реляційній формі. Ця постійна необхідність в перетворенні між двома різними формами даних не тільки сильно знижує продуктивність, але і створює труднощі для програмістів, так як обидві форми даних накладають обмеження друг на друга.

Для вирішення цієї проблеми існують так звані ORM (Object-Relational Mapping) - технологія програмування, яка зв'язує бази даних з концепціями об'єктно-орієнтованих мов програмування, створюючи «віртуальну об'єктну базу даних» [3].

ORM позбавляє програміста від написання великої кількості коду, тим самим значно підвищуючи швидкість розробки додатків. Крім того, більшість сучасних реалізацій ORM дозволяють програмісту при необхідності самому жорстко задати код SQL-запитів, який буде використовуватися при тих чи інших діях з об'єктом.

За даними опитування компанії Pluralsight на тему «найкраща NET ORM», перше місце за популярністю займає Entity Framework ORM, за яку віддали голоси 37,8% опитаних [4].

#### **Формулювання мети дослідження**

У багатьох вузах України впроваджуються або вже впроваджені різні інформаційні системи управління та документообігу. Найчастіше подібні системи побудовані на базі технологій найбільших зарубіжних корпорацій, таких як SAP, IBM, Microsoft, Oracle. Використання подібної технологічної платформи дозволяє значно зменшити час розробки інформаційних систем, але підвищує їх вартість. Не всі ВНЗ мають матеріальні ресурси для закупівлі подібних систем, тому часто зустрічається так звана «острівна» автоматизація, при якій автоматизуються лише окремі аспекти діяльності ВНЗ. Крім цього, існуючі системи спрямовані на автоматизацію діяльності всього вузу. Кафедра представляється у вигляді окремого модуля, який неможливо використовувати без установки всієї системи в цілому. Функції, що подаються такими системами, надлишкові, і, як наслідок, їх використання для потреб кафедри є незручним. До того ж існуючі системи вимагають значних витрат в плані матеріально-технічного забезпечення.

Все це часто відбивається на тому, що діяльність кафедри в даній області залишається не автоматизованою. У зв'язку з цим завдання розробки і впровадження інформаційних систем управління кафедрою і формування звітної документації є актуальним.

Тому метою даного дослідження є спроба використання Entity Framework ORM для вирішення нагальної потреби в інформаційній системі кафедри ВНЗ.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Entity Framework (EF) являє спеціальну об'єктно-орієнтовану технологію на базі середовища .NET для роботи з даними. Якщо традиційні засоби ADO.NET дозволяють створювати підключення, команди та інші об'єкти для взаємодії з базами даних, то EF являє собою більш високий рівень абстракції, який дозволяє абстрагуватися від самої бази даних і працювати з даними незалежно від типу сховища. Якщо на фізичному рівні ми оперуємо таблицями, індексами, первинними і зовнішніми ключами, то на концептуальному рівні, який нам пропонує EF, ми вже працюємо з об'єктами.

Середовище ADO.NET Entity Framework дозволяє додаткам взаємодіяти з даними в різних формах, включаючи дані, що зберігаються в реляційних базах даних (БД). Розробник використовує ADO.NET Entity Framework і Visual Studio для створення так званої моделі даних сутностей, що представляє базу даних, після чого за допомогою LINQ to Entities працює з об'єктами моделі сутностей.

ADO.NET Entity Framework підтримує більшість популярних систем управління базами даних, зокрема Microsoft SQL Server. EF працює таким чином, що непомітно для розробника генерує команди SQL для взаємодії з базою даних.

Центральною концепцією EF є поняття сутності або entity. Сутність представляє набір даних, асоційованих з певним об'єктом. Тому дана технологія передбачає роботу не з таблицями, а з об'єктами та їх наборами.

Будь-яка сутність, як і будь-який об'єкт з реального світу, має низку властивостей. Наприклад, якщо сутність описує співробітника кафедри, то ми можемо виділити такі властивості, як ім'я, прізвище, посада, вік тощо. Типи даних властивостей необов'язково можуть бути простими, а й можуть представляти собою більш комплексні структури даних. І у кожній сутності може бути одна або кілька властивостей, які будуть відрізняти цю сутність від інших і будуть унікально визначати цю сутність. Подібні властивості називають ключами.

При цьому сутності можуть бути пов'язані асоціативними зв'язками один-до-багатьох, один-до-одного і багато-до-багатьох, подібно до того, як в реальній базі даних відбувається зв'язок через зовнішні ключі.

Іншим важливим поняттям в EF є Entity Data Model (модель даних сутностей). Ця модель зіставляє класи сутностей з реальними таблицями в БД.

Entity Data Model складається з трьох рівнів: концептуального, рівень сховища і рівень зіставлення. На концептуальному рівні відбувається визначення класів сутностей, які використовуються в додатку. Рівень сховища визначає таблиці, стовпці, відношення між таблицями і типи даних, з якими порівнюється використовувана база даних. Рівень зіставлення служить посередником між попередніми двома, визначаючи зіставлення між властивостями класу сутності і стовпцями таблиць. Таким чином, ми можемо через класи, визначені у додатку, взаємодіяти з таблицями з бази даних.

EF передбачає три можливі способи взаємодії з базою даних: database first: EF створює набір класів, які відображають модель конкретної бази даних; model first: спочатку розробник створює модель бази даних, по якій потім EF створює реальну базу даних на сервері; code first: розробник створює клас моделі даних, які будуть зберігатися в БД, а потім EF за цією моделлю генерує базу даних та її таблиці.

Як відомо, у реляційній базі даних інформація упорядковується в таблиці. Технологія LINQ to Entities може використовуватися для визначення запитів, які обирають підмножину даних з таблиці. Відмінною рисою використання LINQ у поєднанні з EF є те, що можна отримувати не тільки окремі рядки з БД, а й цілі об'єкти, що зв'язані різними асоціативними зв'язками.

Для пояснення переваг використання описаної технології розглянемо наступний приклад, що показує як можна взаємодіяти з базою даних за допомогою платформи Entity Framework. Також в цьому прикладі продемонстровані особливості моделювання зв'язків багато-до-багатьох в ADO.NET EF.

Розглянемо спрощену базу даних УМКД, в якій зберігається інформація про елементи учбово-методичного комплексу дисципліни, схема якої побудована в Microsoft SQL Server Management Studio і зображена на рис. 1.

База даних складається з трьох таблиць: Authors, AuthorElement і AuthorElement. Таблиця Authors складається з трьох стовпців: унікальний ідентифікатор автора, ім'я, прізвище та по-батькові.



Рис. 1. Схема бази даних УМКД

Таблиця ElementUMKD складається з чотирьох стовпців з інформацією про кожен елемент УМКД в базі даних: в них зберігається номер елемента УМКД, назву елемента, реєстраційний номер і дату реєстрації.

Таблиця AuthorElement складається з двох стовпців, в яких зберігається номер елемента УМКД та ідентифікатор автора. Ця таблиця пов'язує інформацію про авторів з елементами УМКД. Стовпець author\_ID є зовнішнім ключем, тобто значення стовпця цієї таблиці збігаються зі стовпцем первинного ключа в іншій таблиці (Author\_ID в таблиці ElementUMKD). Стовпець element\_ID теж

є зовнішнім ключем – він відповідає стовпцю первинного ключа (`element_ID`) з таблиці `ElementUMKD`.

База даних може складатися з декількох таблиць. Проектувальник БД прагне скоротити кількість даних, що дублюються між таблицями. Зовнішні ключі, що задаються в момент створення таблиці БД, пов'язують дані декількох таблиць. В даному випадку комбінація стовпців `Author_ID` та `element_ID` таблиці `AuthorElement` утворює складений первинний ключ. Таким чином, кожен рядок таблиці однозначно пов'язує одного автора з номером елемента УМКД.

Кожне значення зовнішнього ключа повинно відповідати значенню первинного ключа іншої таблиці, щоб СКБД могла перевірити дійсність його значення. Зовнішні ключі також дозволяють виконувати вибірку взаємопов'язаних даних з декількох таблиць – це називається об'єднанням даних. Між первинним ключем і відповідним зовнішнім ключем існує відношення «один до багатьох».

На рис. 1 первинний ключ в таблиці `Authors` – `Author_ID`, в таблиці `AuthorElement` – `AuthorID` та `element_ID`, в таблиці `ElementUMKD` – `element_ID`. У кожному стовпці (або групі стовпців) первинного ключа обов'язково повинно міститись значення, причому це значення повинно бути унікальним в таблиці, в іншому випадку СКБД повідомить про помилку.

Лінії, що з'єднують таблиці на рис. 1, представляють відношення між таблицями. Лінія позначає зв'язок «один до багатьох» – для кожного автора з таблиці `Authors` в таблиці `AuthorElement` може зберігатися будь-яка кількість номерів `element_ID` елементів УМКД, написаних цим автором (тобто автор може написати будь-яку кількість елементів УМКД).

Лінія відношення з'єднує стовпець `Author_ID` таблиці `Authors` (де `Author_ID` є первинним ключем) зі стовпцем `Author_ID` таблиці `AuthorElement` (де `Author_ID` є зовнішнім ключем) – лінія між таблицями пов'язує первинний ключ з відповідним зовнішнім ключем.

Лінія між таблицями `ElementUMKD` і `AuthorElement` представляє собою зв'язок типу «один до багатьох» – один елемент УМКД може бути написаний кількома авторами. Треба зазначити, що лінія між таблицями з'єднує первинний ключ `element_ID` в таблиці `ElementUMKD` з відповідним зовнішнім ключем таблиці `AuthorElement`. Схема БД на рис. 1 показує, що єдиною метою таблиці `AuthorElement` є створення відношення «багато до багатьох» (M:M) між таблицями `Authors` і `ElementUMKD` – автор може написати багато елементів УМКД, і у елемента УМКД може бути багато авторів.

При використанні ADO.NET Entity Framework взаємодія з базами даних відбувається через класи, які генерує IDE для схеми бази даних. Процес створення моделі даних БД в EF запускається включенням в проект нової моделі даних сутностей ADO.NET.

Для таблиць `Authors` і `ElementUMKD` в базі даних УМКД IDE створює в моделі даних два класи `Authors` та `ElementUMKD` (рис. 2), що представляють авторів елементів УМКД та самі ці елементи, а також їх властивості.

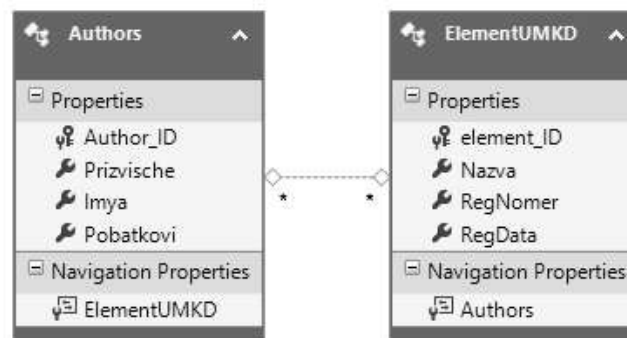


Рис. 2. Діаграма сутностей моделі даних ADO.NET Entity Framework

Важливо зазначити, що серед класів, що були згенеровані, ми не знаходимо таблицю `AuthorElement`. Ця таблиця пов'язує кожного автора в таблиці `Authors` з елементами УМКД цього автора в таблиці `ElementUMKD` і кожен елемент УМКД в таблиці `ElementUMKD` з авторами в таблиці `Authors`. Такі відношення між таблицями (в даному випадку - багато до багатьох або M:N) враховуються в класах моделі даних сутностей за допомогою навігаційних властивостей. Наприклад, клас `Authors` містить навігаційну властивість з ім'ям `ElementUMKD`, за допомогою якої можна отримати об'єкти `ElementUMKD` для всіх елементів УМКД, написаних автором. Аналогічним чином клас `ElementUMKD` містить навігаційну властивість `Authors`, за допомогою якої можна отримати

об'єкти Authors, що представляють авторів певного елемента УМКД. Фрагмент коду цих класів, що був автоматично згенерований наведений нижче:

```
public partial class ElementUMKD
{...
    public int element_ID { get; set; }
    public string Nazva { get; set; }
    public string RegNomer { get; set; }
    public Nullable<System.DateTime> RegData { get; set; }

    public virtual ICollection<Authors> Authors { get; set; }
}

public partial class Authors
{...
    public int Author_ID { get; set; }
    public string Prizvische { get; set; }
    public string Imya { get; set; }
    public string Pobatkovi { get; set; }

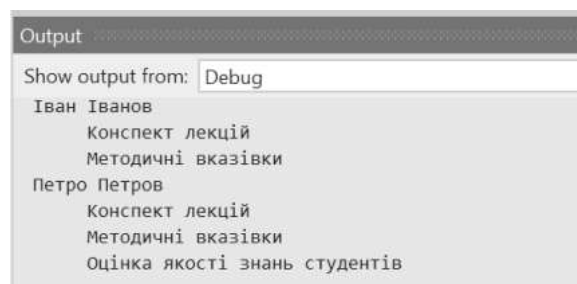
    public virtual ICollection<ElementUMKD> ElementUMKD { get; set; }
}
```

Навігаційні властивості дозволяють легко працювати зі зв'язаними сутнісними об'єктами, особливо коли об'єкти пов'язані зовнішнім ключем, як це показано в наступному коді:

```
using (var context = new umkd_dbEntities())
{
    var authors = context.Authors
        .Include(b => b.ElementUMKD)
        .ToList();
    foreach (var author in authors)
    {
        Debug.WriteLine(author.Imya + " " + author.Prizvische);
        foreach (var elementsUMKD in author.ElementUMKD)
        {
            Debug.WriteLine("      " + elementsUMKD.Nazva);
        }
    }
}
```

Як видно з наведеного коду, для звернення до бази даних використовується LINQ to Entities, який по суті є інтерфейсом LINQ API і, таким чином, відокремлює від фізичної бази даних сутнісну об'єктну модель даних.

В результаті маємо вивід інформації про авторів із пов'язаною інформацією про їх методичні праці у вікні Output середовища Visual Studio 2017:



**Рис. 3. Вивід запити з БД у вікні Output**

В середовищі IDE Visual Studio 2017 Community був створений прототип інформаційної системи управління документообігом кафедри з використанням платформи ADO.NET Entity Framework, головне вікно якої зображено на рис. 4.

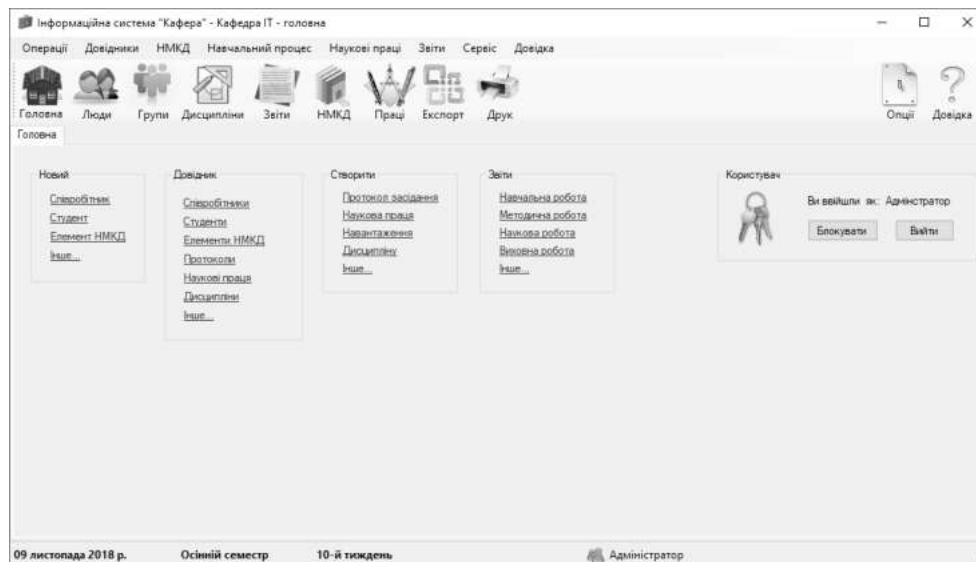


Рис. 4. Головне вікно інформаційної системи кафедри

Як вже зазначалось, створення прототипу інформаційної системи документообігу кафедри неможливе без застосування системи управління базами даних. Тому під час розробки ІС кафедри використовувалися наступні інформаційні технології та продукти: NET Framework; Microsoft SQL Server Management Studio 2016; Entity Framework v 5.0; LINQ to Entities v6; Microsoft SQL Server Express Edition 2016; об'єктно-орієнтована мова програмування C#; IDE Visual Studio Community 2017; технологія ADO.NET [3].

Основні функції інформаційної системи: збір і аналіз інформації про роботу викладачів, в тому числі публікації та участі в науково-дослідній діяльності, а також про розробку НМКД; облік інформації по дисциплінам, студентам, викладачам і аспірантам; формування звітної документації, як по календарному, так і по навчального року; розподіл навчального навантаження між викладачами, створення протоколів засідання кафедри; організація і ведення сховища даних агрегованої інформації про діяльність кафедри за минулі роки для інформаційної підтримки прийняття рішень.

#### Висновки

Впровадження зазначеної інформаційної системи на кафедрі підвищить ефективність її діяльності, забезпечить можливість розподіленого доступу до даних, організаційно-адміністративного супроводу інформаційної взаємодії, підвищить якість механізмів управління кафедрою, планування і контролю діяльності, управління навчальною і науково-дослідницькою діяльністю, забезпечить обмін інформацією та її облік. Крім того, система забезпечить можливість ведення і накопичення результатів діяльності та нормативних документів кафедри, моніторингу діяльності кафедри, агрегування та аналізу даних про наявний потенціал кафедри.

Ефект від впровадження інформаційної системи кафедри полягає в інформаційній та управлінській сферах, а саме: підвищення продуктивності праці; економія часу; збільшення конкурентної переваги; забезпечення достовірності інформації; вдосконалення структури потоків інформації і системи документообігу; ефективна внутрішня координація за допомогою каналів електронного зв'язку.

А використання новітніх інформаційних технологій для взаємодії з БД, зокрема ADO.NET Entity Framework, зменшує час створення інформаційної системи, зменшує кількість помилок при написанні програмного коду, спрощує налагодження і тестування системи в цілому.

#### Список використаної літератури

1. Дейтел П. Как программировать на Visual C# 2012. 5-е изд. / П. Дейтел, Х. Дейтел – СПб.: Питер, 2014. – 864 с.
2. Фримен Адам LINQ: язык интегрированных запросов в C# 2010 для профессионалов.: Пер. с англ. / Адам Фримен, Джозеф С Раттц-мл. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 656 с.
3. Ноубл Дж., Флех 4. Рецепты программирования / Дж. Ноубл, Т. Андерсон, Г. Брэйтуэйт, М. Казарио, Р. Треттола – БХВ-Петербург, 2011. – 720 с.
4. Данилець С.В. Моделювання зв'язків m:m баз даних в ADO.NET Entity Framework / С.В. Данилець, О.О. Панфіленко // Молодь у світі сучасних технологій: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – Херсон: ХНТУ. – 2017. – С. 115 – 117.

**References**

1. Deytel P., Deytel Kh. Visual C# 2012 How to Program Pearson Education, Inc., 2013. 1024 p. (Rus. ed.: Deytel P., Deytel Kh. Kak programmirovat' na Visual C# 2012. SPb.: Piter, 2014. 864 p.).
2. Adam Frimen, Joseph C. Rattz, Jr. Pro LINQ Language Integrated Query in C# 2010 Apress. 2010. 725 p. (Rus. ed.: Adam Frimen LINQ: yazyk integrirovannykh zaprosov v C # 2010 dlya professionalov. Moscow: Williams Publishing House, 2011. 656 p.).
3. Joshua Noble, Todd Anderson, Garth Braithwaite, Marco Casario, and Rich Tretola. Flex 4 Cookbook. O'Reilly Media. 2010. 764 p. (Rus. ed.: Joshua Noble, Todd Anderson, Garth Braithwaite, Marco Casario, and Rich Tretola. Flex 4. Retsepty programmirovaniya. BKHV Peterburg, 2011. 720 p.).
4. Danilets Y.V., Panfilenko O.O. Modeling of m: m database connections in ADO.NET Entity Framework. Anotatsii dopovidei VI Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh "Molod' u sviti suchasnykh tekhnolohiy" [Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists "Youth in the World of Modern Technologies"]. – Kherson, 2017, p. 115 - 117.

UDC 004.9 : 004.62

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.12>

I. DYCHKA

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
ORCID: 0000-0002-3446-3076

Ye. SULEMA

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
ORCID: 0000-0001-7871-9806

I. BUKHTIAROV

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
ORCID: 0000-0002-0541-5251

## DIGITAL TWIN INFORMATION TECHNOLOGY FOR BIOMEDICAL DATA COMPLEX REPRESENTATION AND PROCESSING

*The paper presents an information technology of digital twin for implementation in healthcare, in particular in e-health and m-health applications. The primary objective of this research is to develop a concept of digital twin information technology for medical decision support systems. The second objective is to analyse various medical data formats and to develop an approach to synchronization of multimodal medical data. The approach proposed in the paper will enable aggregation of multimodal data sequences obtained from a wide range of medical diagnostic equipment with the purpose of a patient's digital twin creation. The paper presents an analysis of data synchronization possibility and data representation formats for both single-channel and multi-channel biological signals, results of such investigations as blood tests, ultrasound research, magnetic resonance imaging etc.*

*Digital twin technology will enable development of a new generation of medical decision support systems. A digital twin of a patient is a synchronized and aggregated multimodal data set obtained from a wide range of diagnostic medical equipment which is continuously updated and based on a personalized semantic modal of a patient. Since data are obtained from different medical devices and tools in various formats which directly do not fit for data synchronization and aggregation, the format of a file-wrapper that enables storing time characteristics of medical investigations (time stamps) in an evident form. It allows us to simplify a procedure of multimodal data aggregation while creating and continuous updating the digital twin of a patient. The process of digital twin forming includes the following stages: receiving of original data files in a device format (sonographic device, MRI scanner, electrocardiograph etc.), analysis of data and their time stamps, transformation of the original file to the format of a file-wrapper, data synchronization and aggregation, representation of multimodal data in a digital twin format for further storing and processing.*

*Keywords: digital twin, multimodal data, data synchronization.*

І.А. ДИЧКА

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
ORCID: 0000-0002-3446-3076

Є.С. СУЛЕМА

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
ORCID: 0000-0001-7871-9806

Ю.В. БУХТІЯРОВ

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
ORCID: 0000-0002-0541-5251

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДАННЯ ТА ОБРОБЛЕННЯ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ

*У статті запропоновано інформаційну технологію цифрових двійників для використання у галузі охорони здоров'я, зокрема, у телемедицині. Основною метою цього дослідження є розроблення концепції інформаційної технології цифрових двійників для систем підтримки прийняття лікарських рішень. Другою метою у даному дослідженні є аналіз різноманітних форматів медичних даних та розроблення підходу до синхронізації мультимодальних медичних даних. Запропонований у статті підхід зробить можливою агрегацію послідовностей мультимодальних даних, отриманих з широкого спектра медичного діагностичного обладнання з метою створення «цифрового двійника» пацієнта. У статті проаналізована можливість синхронізації та формати подання таких даних, як одноканальні та багатоканальні біологічні сигнали, результати лабораторних тестів, ультразвукового дослідження, магнітно-резонансної томографії тощо.*



Технологія цифрових двійників зробить можливим створення нового покоління медичних систем підтримки прийняття рішення. Цифровий двійник пацієнта являє собою синхронізовану та агреговану сукупність мультимодальних даних, отриманих з широкого спектру діагностичного медичного обладнання, яка постійно оновлюється та ґрунтується на персоналізованій семантичній моделі пацієнта. Оскільки дані отримуються з медичних пристроїв та приладдя у різноманітних форматах, які безпосередньо не придатні для синхронізації та агрегації, у статті запропоновано формат файлу-обгортки, який дозволяє зберігати часові характеристики медичних досліджень (часові мітки) у явному вигляді, що дозволить спростити процедуру агрегації мультимодальних даних при створенні та постійному оновленні цифрового двійника пацієнта. Процес формування цифрового двійника включає такі етапи: отримання первинних файлів даних у форматі пристрою (апарат УЗД, МРТ, електрокардіограф тощо), аналіз даних та їх часових міток, перетворення первинного файлу у формат файлу-обгортки, синхронізація та агрегація даних, подання мультимодальних даних у форматі цифрового двійника для подальшого збереження та оброблення.

Ключові слова: цифровий двійник, мультимодальні дані, синхронізація даних.

И.А. ДИЧКА

Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского

ORCID: 0000-0002-3446-3076

Е.С. СУЛЕМА

Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского

ORCID: 0000-0001-7871-9806

Ю.В. БУХТИЯРОВ

Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского

ORCID: 0000-0002-0541-5251

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ОБРОБОТКИ БИМЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

В статье предложена информационная технология цифровых двойников для использования в сфере охраны здоровья, в частности, в телемедицине. Основной целью данного исследования является разработка концепции информационной технологии цифровых двойников для систем поддержки принятия врачебных решений. Второй целью в этом исследовании является анализ разнообразных форматов медицинских данных и разработка подхода к решению задачи синхронизации мультимодальных медицинских данных. Предложенный в статье подход позволит агрегировать последовательности мультимодальных данных, полученных с широкого спектра медицинского диагностического оборудования с целью создания «цифрового двойника» пациента. В статье проанализирована возможность синхронизации и форматы представления таких данных, как одноканальные и многоканальные биологические сигналы, результаты лабораторных тестов, ультразвукового исследования, магнитно-резонансной томографии и другие данные.

Технология цифровых двойников сделает возможным создание нового поколения медицинских систем поддержки принятия решения. Цифровой двойник пациента представляет собой синхронизированную и агрегированную совокупность мультимодальных данных, полученных с широкого спектра диагностического медицинского оборудования, которая постоянно обновляется и основывается на персонализированной семантической модели пациента. Поскольку данные поступают с медицинских приборов и устройств в разнообразных форматах, которые непосредственно не пригодны для синхронизации и агрегации, в статье предложен формат файла-обертки, который позволяет сохранять временные характеристики медицинских исследований (временные метки) в явном виде, что позволит упростить процедуру агрегации мультимодальных данных при создании и постоянном обновлении цифрового двойника пациента. Процесс формирования цифрового двойника включает такие этапы: получение первичных файлов данных в формате устройства (аппарат УЗИ, МРТ, электрокардиограф и т.д.), анализ данных и их временных меток, преобразование первичных файлов в формат файла-обертки, синхронизация и агрегация данных, представление мультимодальных данных в формате цифрового двойника для дальнейшего хранения и обработки.

Ключевые слова: цифровой двойник, мультимодальные данные, синхронизация данных.

### Problem Statement

Digital twin technology is a new approach to representing and processing a dynamic digital model of a physical object or process, its past, current and future state and behaviour. According to [1], a digital twin is a set of virtual information constructs that fully describes a potential or actual physical manufactured product from the micro atomic level to the macro geometrical level. It can be important to create a digital twin of a certain physical object to model its possible behaviour, critical states in a future, etc. Digital twin technology was

developed for optimization of business capability in industries, but the key idea of this technology can be applied to other fields. In particular, it can be useful in health care applications, especially in e-health and m-health. Implementation of digital twin information technology into healthcare enables creating a next generation of medical decision support systems based on synchronized and aggregated medical data about a patient's health status. Such advanced medical decision support system will allow a medical doctor to see the overall picture of the patient's health status over time, to understand better dependences between treatment events and treatment results (including side effects on other organs), to search for similar cases happened to the patient in the past, to model possible impact of new treatment schemes, etc.

A digital twin is a virtual model of a real physical object which mirrors all characteristics and functionalities of this object. Unlike of other virtual models, a digital twin is a dynamically updated model which is working in parallel to its physical twin, i.e. the real object. It means that we need to collect data being registered as a result of long-term monitoring of this real object. This meets the case of life-long monitoring of patient's health status, especially for patients with chronic diseases. Thus, the idea of digital twin application in healthcare consists in creation and dynamic update of a patient's individual data set. This individual data set contains synchronized and aggregated multimodal data obtained from various medical investigations and stored with respect to a personalized semantic model of a human body, its organs and systems of organs. This personalized semantic model can also reflect chronic diseases and individual body conditions of the patient.

A human body on the whole as well as its organs and systems of organs can be characterized by many parameters measured by using a wide range of medical equipment. Data we obtain from different medical investigations and tests are multimodal as they describe a certain specific aspect of human organism functioning. To create the digital twin of a physical twin, these multimodal data must be synchronized and aggregated. However, since multimodal data for a digital twin can be obtained by using wide range of devices, tools and instruments which generate multimodal data in specific (sometimes unique) formats, aggregation of multimodal data in the data set of a digital twin appears a non-trivial task and it requires new solutions.

#### **Analysis of Recent Researches and Publications**

Since digital twin technology has wide range of applications in engineering, manufacturing, research, medicine, education, there is a growing number of researches on this topic.

Thus, Talkhestani et al. [2] propose an engineering approach to integrate multi-domain engineering models on the Digital Twin based on anchor points of mechatronic components and Product Lifecycle Management platform during the engineering phase. For a successful synchronization, first the anchor points of a mechatronic component must be identified from a data source of a manufacturing cell, where its actual status is reflected. Then, any occurring changes must be adjusted to the shell of a mechatronic component in the production structure on the platform.

Madni et al. [3] present an overall vision and rationale for incorporating digital twin technology into model-based system engineering (MBSE). The authors give a recommendation to make digital twin technology an integral part of MBSE methodology and experimentation testbeds.

Hu et al. [4] propose a method for reduction of computing resources in the information processing center for efficient interactions between human users and physical machines.

Iglesias et al. [5] consider digital twin applications for JET divertor. These applications enable increasing the JET reliability, operational limits, and accuracy of experimental results.

Uhlemann et al. [6] present a concept for the realization of the digital twin contribution to the development of cyber-physical production systems.

Ayani et al. [7] discuss digital twin modelling by using Simumatik3D® library which allows to reflect the geometry, kinematics, logic and interfaces of the digital twin's real analogue.

Modoni et al. [8] present the digital twin conceptual model and discuss the digital twin synchronization challenges and technological solutions. One of challenges relates to managing the real-time and historical data. The authors claim that the technological system supporting the digital twin must be endowed with scalable capabilities that enable to harvest real-time data which can be captured, processed and transformed into significant insights in an efficient manner.

Cai et al. [9] present sensor data integration and information fusion to build digital twins virtual machine tools for cyber-physical manufacturing. The authors discuss the techniques for deploying sensors to capture machine-specific features, and analytical techniques of data and information fusion are presented for modelling and developing digital twins virtual machine tools. The authors claim that the presented technique can be used as a building block for cyber-physical manufacturing development.

Lohtander et al. [10] discuss the main characteristics and the restriction needed to describe Micro Manufacturing Unit model, which is used later on as an element of overall a digital twin. The digital twin consists of a machine, material, method, measurement and modelling fields like a physical world describes it.

As a result of learning mentioned above and other published researches, we can conclude that in the majority of researches there is a lack of attention to data synchronization and aggregation.

**Formulation of Research Objective**

The primary objective of this research is to develop a concept of digital twin information technology for medical decision support systems. The secondary objective is to analyse various medical data formats and to develop an approach to synchronization of multimodal medical data; this approach will enable aggregation of multimodal data sequences obtained from a wide range of medical diagnostic equipment with the purpose of a patient’s digital twin creation.

**Presentation of the Main Research Material**

To develop a digital twin information technology, we need to analyse types of data sequences to be obtained, presented, processed, stored, transmitted within this technology. Since these data sequences are obtained from a wide range of medical devices and tools used in medical practice, the first task is to analyse the medical equipment in terms of data obtained from these medical devices and tools.

All medical devices and tools can be divided into several groups which include diagnostic equipment, medical laboratory equipment, medical monitors, therapeutic equipment, life support equipment, etc. In this paper, we consider only devices and tools used for diagnostics.

Diagnostic devices and tools can be classified as measuring medical tools (thermometers, sphygmomanometers, glucometers, etc.), laboratory equipment (biochemistry analysers, haematology analysers, etc.), medical imaging equipment (ultrasound, MRI machines, PET, CT scanners, x-ray machines, etc.), functional diagnostic equipment (electrocardiographs, electroencephalographs, electromiographs, rheography devices, spirometers, etc.). These devices and tools can be either digital or non-digital. Measurement obtained by using non-digital tools (e.g. mercury thermometer, manual sphygmomanometer) are usually recorded manually either as paper notes or as electronic notes. Measurements obtained from digital equipment are presented as files of certain formats depending on the type of medical equipment used. The most popular medical data file formats are presented in Table 1.

Table 1

**Medical Data File Formats**

Data File Type	File Extension	Main Data Type	Investigation Type	Availability of Time Stamps
File Extension Format	.FEF	Biological signal	Electrocardiography	There is a time sample array measured data section; this section can be absent [11].
BioSemi Data Format	.BDF	Multichannel biological signals	Electroencephalography	There are four time-related fields: “Start date of recording”, “Start time of recording”, “Number of data records” (it equals to -1 if this number is unknown), “Duration of a data record, in seconds” [12].
LabPas HL7	.HL7	Blood test results	Haematology analysis	There is field “Date/Time of the Observation” [13].
Ultrasound File Format	.UFF	Ultrasound research data	Ultrasound Investigation	There is “local_time” field (string value according to ISO 8601) [14].
NIFTI	.NII	MRI data (imaging data, statistical values, and other data such as any vector, matrix, label set or mesh)	Magnetic Resonance Imaging (MRI)	The first three dimensions are reserved to define the three spatial dimensions, while the fourth dimension is reserved to define the time points [15, 16].
DICOM	.DC3, .DCM, .DIC	Medical images and related data	Computer Tomography (CT), Positron Emission Tomography (PET), X-Ray investigation, etc.	There are fields “Study date” and “Study time” [17].
Comma-Separated Values	.CSV	Integer values, real values (in ASCII)	Spirometry, Thermometry, Sphygmomanometry, etc.	There is no predefined time field [18].

In certain diagnostics procedures, such as endoscopy in general and colonoscopy in particular, where the result of investigation is video stream, general purpose file formats are used.

As we can conclude on medical data formats, most medical data formats predefine metadata field for storing time stamps, however, the structure of the files differs significantly. Thus, there is a need in some upper level file format which can be used as a wrapper for any other formats. The main requirement to such file-wrapper is to present time stamps, which are extracted from the wrapped file content, in evident form easy for further data synchronisation and aggregation.

Let us assume that data, which describe an object of study based on relatively long term of monitoring, are to be received from  $N$  sources. These sources can be of any type: a digital device (sensor), an analog tool if data is being received in real-time, or a local storage, a cloud storage, paper records if data has been collected in past. From each data source, we obtain a data sequence of a certain modality. It is evident that the timeline of data generation (recording) differs for each modality. For example, if we deal with data of life-long monitoring of a patient’s health status, then we can face with a case when there are the following results of medical investigations obtained in different days, months, or even years: MRI, ultrasonic, cardiogram, blood tests, temperature records, blood pressure records. Some of these investigation results can be paper records, e.g. temperature and blood pressure records. It is important that each record (both digital and non-digital) is accompanied with time record defining the date and sometimes the time when this record is taken. Besides, in a digital twin application, we can deal with data records are being taken in real-time, simultaneously with their processing in the application.

In any case, from each source, we obtain a multi-image [19, 20, 21] as follows:

$$I_j = \llbracket T, M_j | \langle t_i^j \rangle_{i=1}^{n_j}, \langle d_i^j \rangle_{i=1}^{n_j} \rrbracket, \tag{1}$$

where  $t_i^j$  is a time value ( $t_i^j \in T$ );  $d_i^j$  is a data value of a certain modality ( $d_i^j \in M_j$ );  
 $T$  is time values set;  $M_j$  is data set of  $j$ -modality;  
 $j = [1 \dots N]$ .

Thus, we can establish a direct relation between  $t_i^j$  and  $d_i^j$ . However, in most practical cases, each data sequence  $\langle d_i^j \rangle_{i=1}^{n_j}$  is arranged as a file of a certain format which depends on a particular source of data. Such a file is characterized by time of its creation or modification, but in general case either a file does not keep any time stamps of data values or these values can be extracted by using a certain format-specific procedure. To simplify the multi-image processing, we can wrap a file of any type in a file-wrapper (Fig. 1), which includes three sections: a metadata section, a time values section, and a main section where the wrapped file is stored. The metadata section takes 12 bytes and contains the keyword “TIME”, an identifier of the file type (e.g. “nii” for NIFTI file format, “dcm” for DICOM file format, etc.), and a size of the time values tuple. The time stamps section contains time values placed in ascending order. The main section contains the wrapped file as a whole; this file is ready for using, e.g. for data reproduction.

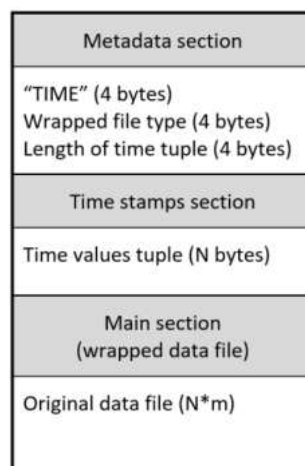
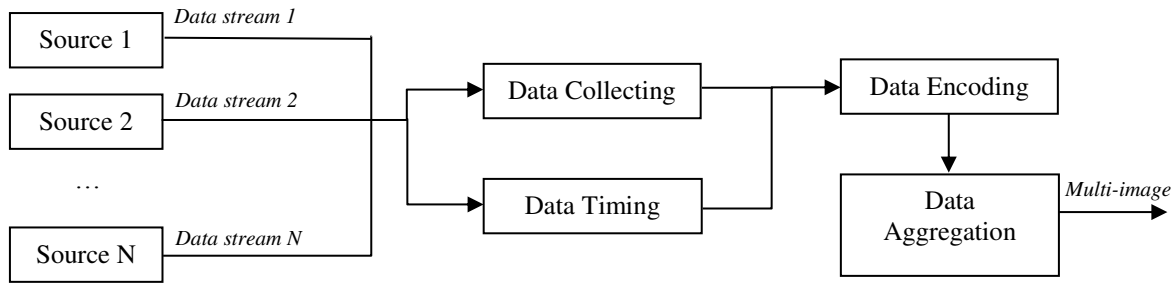


Fig. 1. A file-wrapper structure

Such wrapping enables unifying synchronization procedure of data sequences obtained from different sources (devices, tools, records, etc.).

A general scheme of multimodal data synchronization and aggregation is shown on Fig. 2.

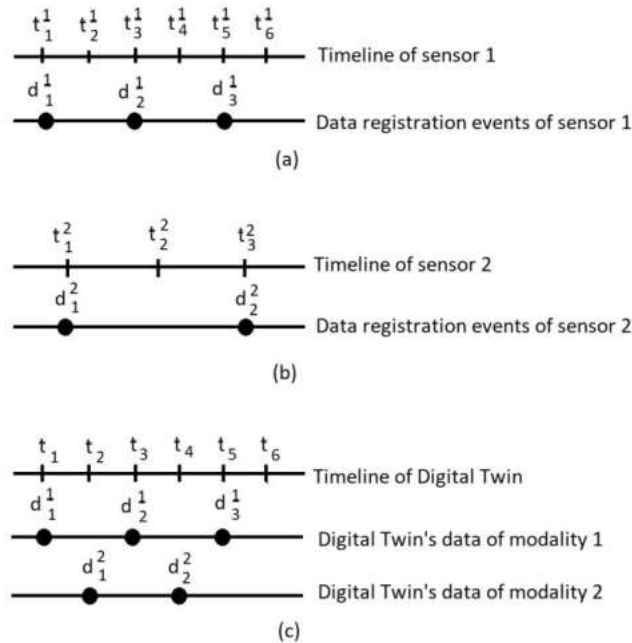


**Fig. 2. Multimodal data aggregation as a multi-image**

The approach to multimodal data synchronization is based on assumption that we can temporarily store  $N_i$  values of  $i$ -modality in the Data Collecting module. Let us consider the case when we have data being registered by two sensors. These sensors are independent, and they generate data with frequency  $f_1$  and  $f_2$  correspondingly.

Let the first sensor generate the date sequence (tuple)  $\bar{d}^1 = \langle d_1^1, d_2^1, d_3^1 \rangle$  within the timeline  $\bar{t}^1 = \langle t_1^1, t_2^1, t_3^1, t_4^1, t_5^1, t_6^1 \rangle$  as it is shown on Fig. 3a. Let also the second sensor generate the date sequence (tuple)  $\bar{d}^2 = \langle d_1^2, d_2^2 \rangle$  within the timeline  $\bar{t}^2 = \langle t_1^2, t_2^2, t_3^2 \rangle$  as it is shown on Fig. 3b. Then the task is to synchronize these data sequences according to the Digital Twin timeline (Fig. 3c).

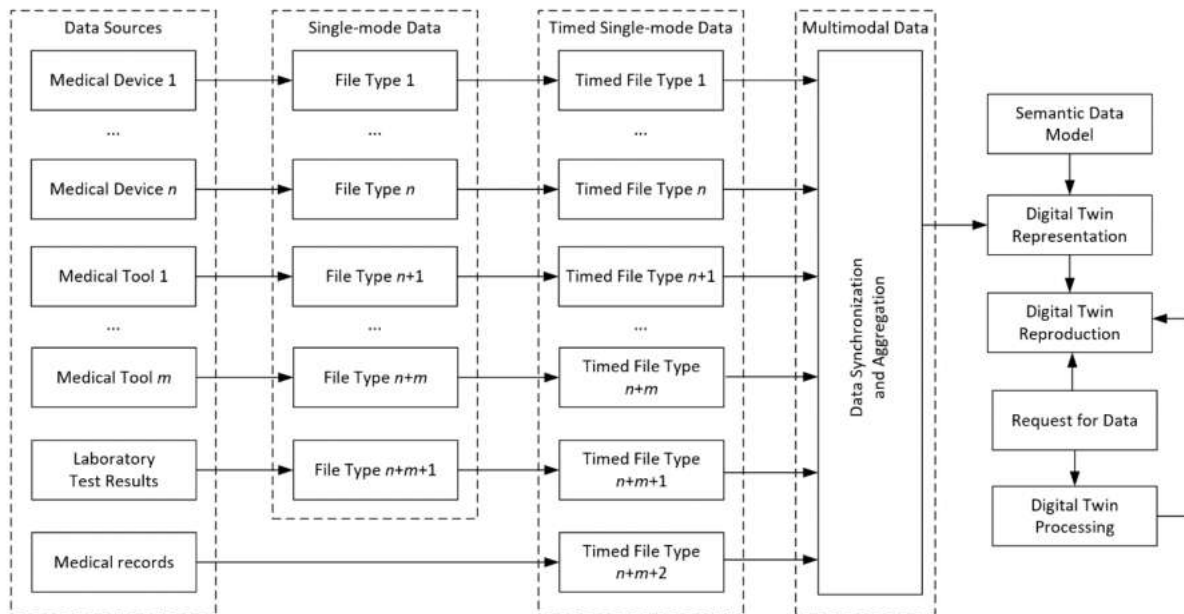
It is important that the local time of an investigation can differ from a global time of the digital twin. Besides, if investigation events within the patient’s health status life-long monitoring can be carried out in different time zones. Another problem in data synchronization can be related with time skew caused with data transfer delays which can appear in e-health and m-health applications. These reasons require development of mathematical models [22] for different cases of multimodal data synchronization in digital twins.



**Fig. 3. Data synchronization principle: (a) Data Sequence from Sensor 1; (b) Data Sequence from Sensor 2; (c) Multi-Image Data of Digital Twin**

The data synchronization and aggregation procedures are essential part of the digital twin information technology which enable further processing of compound multimodal data structures.

The general concept of the information technology for a patient’s digital twin creation is presented in Fig. 4. The first stage of the technology is to obtain data about the biomedical object. This data can be obtained from various diagnostic medical equipment, such as medical devices, medical tools, laboratory equipment, medical records. The data can be of both digital and non-digital nature. Digital data are presented in various file formats depending on a medical device (sensor) used for measurements.



**Fig. 4. Digital twin creation scheme**

Since data files obtained on the first stage differ in their structure, the next stage is to convert every file into the universal format which contain time stamps in a predefined format proposed in the previous section. This conversion is carried out as wrapping an initial file by high level metadata which includes time stamps section. As a result, timed file is obtained for each initial file of a certain type. Time stamps can be defined in several ways: they can be extracted from the initial file metadata or they can be added manually.

The next stage is data synchronization and aggregation. The synchronization procedure uses time stamps available in metadata of timed files. Synchronized data sequences are presented as aggregated data structure called multi-image [19, 20, 21]. The obtained multi-image is a complex representation of the corresponding digital twin data.

To create the digital twin, we need to know a semantic model of a corresponding physical twin, i.e. the patient. This semantic model is supposed to be based on medical standards such as [23]. The personalized semantic model of the patient is initial data for this information technology, along with data to be obtained from diagnostic medical equipment. The synchronized and aggregated data is stored in conformity with the semantic model. The data representation model can include several levels [24].

Both data processing and reproduction of the digital twin are based on external requests of information retrieval, analysis, modelling, prediction, etc. depending on specific tasks of the patient’s health status monitoring and investigation.

These main stages of the proposed information technology can be implemented as corresponding components of an advanced medical decision support system.

**Conclusions**

Implementation of the digital twin concept into healthcare field creates an opportunity for development of the next generation medical decision support systems. These new systems are to be based on personalized semantic models and synchronized and aggregated multimodal medical data sets. These new key elements to be added due to application of the proposed digital twin information technology will enable more accurate, flexible and time-wise manipulation with patient’s health status data being obtained during long-term (life-long) medical monitoring. In its turn, it creates favourable conditions for easier, deeper and more accurate medical diagnostics.

The proposed approach enables multimodal data collection, synchronization and aggregation. The data sequences are collected from digital sensors of different types. The purpose of aggregation is obtaining a multi-image which as a data model for the biomedical object’s digital twin.

The range of potential applications for digital twin technology in healthcare is quite wide and includes e-health and m-health. In particular, it can be useful for Hospital-at-Home applications for chronic patients.

**References**

1. Michael Grieves, John Vickers. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems, 2018, pp. 85-113. doi: 10.1007/978-3-319-38756-7\_4

2. Behrang Ashtari Talkhestani, Nasser Jazdi, Wolfgang Schlögl, Michael Weyrich. Consistency check to synchronize the Digital Twin of manufacturing automation based on anchor points. *Proceedings of the 51<sup>st</sup> CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 2018, pp. 159-164. doi: 10.1016/j.procir.2018.03.166
3. Azad M. Madni, Carla C. Madni, Scott D. Lucero. Leveraging Digital Twin Technology in Model-Based Systems Engineering. *Systems*, vol. 7, no. 1, p. 7, Jan. 2019. doi: 10.3390/systems7010007
4. Liwen Hu, Ngoc-Tu Nguyen, Wenjin Tao, Ming C. Leu, Xiaoqing Frank Liu, Md Rakib Shahriar, S M Nahian AI Sunny. Modeling of Cloud-Based Digital Twins for Smart Manufacturing with MT Connect. *Procedia Manufacturing*, Vol. 26, 2018, pp. 1193-1203. doi: 10.1016/j.promfg.2018.07.155
5. D. Iglesias, P. Bunting, S. Esquembri, J. Hollocombe, S. Silburn, L. Vitton-Mea, I. Balboa, A. Huber, G.F. Matthews, V. Riccardo, F. Rimini, D. Valcarcel. Digital twin applications for the JET divertor. *Fusion Engineering and Design Journal*, Vol. 125, 2017, pp. 71-76. doi: 10.1016/j.fusengdes.2017.10.012
6. Thomas H.-J. Uhlemann, Christian Lehmann, Rolf Steinhilper. The Digital Twin: Realizing the Cyber-Physical Production System for Industry 4.0. *Proceedings of the 24<sup>th</sup> CIRP Conference on Life Cycle Engineering*, 2017, pp. 335-340. doi: 10.1016/j.procir.2016.11.152
7. M. Ayani, M. Ganebäck, Amos H. C. Ng. Digital Twin: Applying emulation for machine reconditioning. *Proceedings of the 51<sup>st</sup> CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 2018, pp. 243-248. doi: 10.1016/j.procir.2018.03.139
8. Gianfranco E. Modoni, Enrico G. Caldarola, Marco Sacco, Walter Terkaj. Synchronizing physical and digital factory: benefits and technical challenges. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, 2018, pp. 472-477. doi: 10.1016/j.procir.2019.02.125
9. Yi Cai, Binil Starly, Paul Cohen, Yuan-Shin Lee. Sensor data and information fusion to construct digital-twins virtual machine tools for cyber-physical manufacturing. *Proceedings of the 45<sup>th</sup> ME North American Manufacturing Research Conference*, 2017, pp. 1031-1042. doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.094
10. Mika Lohtander et al. Micro Manufacturing Unit and Corresponding 3D Model for the Digital Twin. *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Swedish Production Symposium*, 2018, pp. 55-61. doi: 10.1016/j.promfg.2018.06.057
11. Värri, A, ENV 14271, File Exchange Format for Vital Signs and its use in digital ECG archiving. *Proceedings of 2<sup>nd</sup> Open ECG Workshop "Integration of the ECG into the EHR & Interoperability of ECG Device Systems"*, Berlin, Germany, 2004, 2 p.
12. Which file format does BioSemi use? Available at: [https://www.biosemi.com/faq/file\\_format.htm](https://www.biosemi.com/faq/file_format.htm) (accessed 21 September 2019).
13. Specification for the HL7 Lab Data Interface, Oracle® Health Sciences LabPas Release 3.1, Part Number: E48677-01, 2013, 39 p.
14. Olivier Bernard et al. The Ultrasound File Format (UFF) - First draft. *Proceedings of 2018 IEEE International Ultrasonics Symposium*, 2018. doi: 10.1109/ULTSYM.2018.8579642
15. The NIFTI file format. Available at: <https://brainder.org/2012/09/23/the-nifti-file-format> (accessed 21 September 2019).
16. Data Format Working Group (DFWG), The NIFTI-1 DATA FORMAT, 2004, 30 p. Available at: <https://www.nitrc.org/docman/view.php/26/204/TheNifti1Format2004.pdf> (accessed 21 September 2019).
17. Digital Imaging and Communications in Medicine. Available at: <https://www.dicomstandard.org/> (accessed 21 September 2019).
18. CSV Files. Available at: <https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/data/csv/csv.html> (accessed 21 September 2019).
19. I. Dychka, Ye. Sulema, Logical Operations in Algebraic System of Aggregates for Multimodal Data Representation and Processing. *Research Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*, Vol. 6, 2018, pp. 44-52. doi: 10.20535/1810-0546.2018.6.151546
20. I. Dychka, Ye. Sulema. Ordering Operations in Algebraic System of Aggregates for Multi-Image Data Processing. *KPI Science News*, Vol. 1, 2019. doi: 10.20535/kpi-sn.2019.1.157245
21. Sulema, Ye. ASAMPL: Programming Language for Mulsemmedia Data Processing Based on Algebraic System of Aggregates. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Vol. 725, 2018, pp. 431-442. doi: 10.1007/978-3-319-75175-7\_43
22. Yevgeniya Sulema, Etienne Kerre. Multimodal Data Representation and Processing Based on Algebraic System of Aggregates, preprint, 2019, 37 p.
23. International Classification of Functioning, Disability and Health. Available at: <https://www.who.int/classifications/icf/en> (accessed 21 September 2019).
24. Yevgeniya Sulema, Ivan Dychka, Olga Sulema. Multimodal Data Representation Models for Virtual, Remote, and Mixed Laboratories Development. *Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer, Vol. 47, 2018, pp. 559-569. doi: 10.1007/978-3-319-95678-7\_62

УДК 338.47

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.13>

Р.М. ЗАХАРЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-4650-3095

Л.М. ЗАХАРЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-9984-696X

Т.Г. КІРЮШАТОВА

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-0000-0065

О.В. ЛАРЧЕНКО

Херсонський державний аграрний університет  
ORCID: 0000-0001-7857-0802

## ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*В наш час одним з основних факторів, які впливають на стабільність і успішну роботу на ринку, є конкурентоздібність підприємств. Робота по налагодженню ефективної системи збуту продукції, яка, до недавнього часу, була основним інструментом підвищення конкурентоспроможності та базувалася на маркетингових дослідженнях, буде неповною без формування не менше ефективної системи організації транспортних поставок сировинних ресурсів або готової продукції. Важливу роль тут відіграватиме оптимізація на всьому процесі ланцюжка прийняття рішень в області логістичних систем. Тому так гостро стоїть проблема дослідження логістичної діяльності підприємства з метою оптимізації системи управління поставками продукції і зменшення, пов'язаних з нею витрат.*

*Скорочення витрат на транспортні операції багато в чому визначає ефективність роботи підприємств, і, як підсумок, виграш в конкурентній боротьбі і лідерство в галузі.*

*Підприємству, яке має низький рівень конкурентоспроможності та тривалий час займає останні позиції на ринку, слід запропонувати стратегію скорочення. Її різновид – стратегія згорання, що передбачає відмову від зайвої робочої сили, пошук шляхів ефективного використання ресурсів.*

*В умовах ринкової економіки досягнення оптимального рівня конкурентоспроможності підприємств транспортної сфери є засобом отримання максимального прибутку. Тому, перед суб'єктами господарювання усфері автомобільних перевезень постає завдання: визначати, оцінювати та управляти їх конкурентоспроможністю*

*Один із головних факторів підвищення конкурентоспроможності АТП це якість доставки та мінімізація витрат. Для прийняття оптимального рішення необхідно використовувати відомі алгоритми по знаходженню найкоротших відстаней. За допомогою програмного забезпечення в залежності від умов моделювати різні варіанти вирішення проблеми.*

*Ключові слова: оптимізація, логістичні системи, транспортні поставки, конкурентоспроможність.*

Р.Н. ЗАХАРЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-4650-3095

Л.Н. ЗАХАРЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-9984-696X

Т.Г. КІРЮШАТОВА

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-0000-0065

О.В. ЛАРЧЕНКО

Херсонський державний аграрний університет  
ORCID: 0000-0001-7857-0802

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В настоящее время одним из основных факторов, влияющих на стабильность и успешную работу на рынке, является конкурентоспособность предприятий. Работа по налаживанию эффективной системы сбыта продукции, до недавнего времени, была основным инструментом повышения конкурентоспособности и базировалась на маркетинговых исследованиях, будет неполной*



без формирования не менее эффективной системы организации транспортных поставок сырьевых ресурсов или готовой продукции. Важную роль здесь будет играть оптимизация на всем процессе цепочки принятия решений в области логистических систем. Поэтому так остро стоит проблема исследования логистической деятельности предприятия с целью оптимизации системы управления поставками продукции и уменьшение, связанных с ней расходов.

Сокращение расходов на транспортные операции во многом определяет эффективность работы предприятий, и, как итог, выигрыш в конкурентной борьбе и лидерство в отрасли.

Предприятию, которое имеет низкий уровень конкурентоспособности и длительное время занимает последние позиции на рынке, следует предложить стратегию сокращения. Вид - стратегия свертывания, предусматривает отказ от излишней рабочей силы, поиск путей эффективного использования ресурсов.

В условиях рыночной экономики достижения оптимального уровня конкурентоспособности предприятий транспортной сферы является средством получения максимальной прибыли. Поэтому, перед субъектами хозяйствования в сфере автомобильных перевозок стоит задание: определять, оценивать и управлять их конкурентоспособностью.

Один из главных факторов повышения конкурентоспособности АТП это качество доставки и минимизация расходов. Для принятия оптимального решения необходимо использовать известные алгоритмы по нахождению коротких расстояний. С помощью программного обеспечения в зависимости от условий моделировать различные варианты решения проблемы.

Ключевые слова: оптимизация, логистические системы, транспортные поставки, конкурентоспособность.

R.N. ZAKHARCHENKO  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-4650-3095  
L.N. ZAKHARCHENKO  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0001-9984-696X  
T.G. KIRYUSHOVA  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-0000-0065  
O.V. LARCHENKO  
Kherson State Agricultural University  
ORCID: 0000-0001-7857-0802

### USE OF UP-TO-DATE TECHNIQUES TO INCREASE THE COMPETITIVENESS OF TRANSPORT ENTERPRISES

Currently, one of the main factors influencing the stability and successful operation in the market is the competitiveness of enterprises. Until recently, work on setting up an efficient product marketing system has been a major tool for improving competitiveness and based on marketing research, will be incomplete without forming an equally efficient system for organizing the supply of raw materials or finished goods. An important role here will be played by the optimization of the entire logistics chain decision-making process. That is why the problem of researching the logistic activity of the enterprise with the purpose of optimizing the system of managing the supply of products and reducing the associated costs is so acute.

Reducing the cost of transport operations largely determines the efficiency of enterprises, and, as a result, winning in competition and leadership in the industry.

An enterprise that has a low level of competitiveness and a long time occupying the last positions in the market should be offered a reduction strategy. Kind - a strategy of curtailment, involves the abandonment of excess labor, finding ways to use resources effectively.

In the conditions of market economy achievement of the optimum level of competitiveness of the enterprises of transport sphere is a means of obtaining the maximum profit. Therefore, the subjects of economic management in the field of car transportation is the task: to determine, evaluate and manage their competitiveness.

One of the main factors in improving the competitiveness of ATP is the quality of delivery and cost minimization. To make the best decision, it is necessary to use known algorithms for finding short distances. Using the software, depending on the conditions, simulate different options for solving the problem.

Keywords: optimization, logistic systems, transport deliveries, competitiveness.

### Постановка проблеми

Основна проблема конкурентоспроможності транспортних підприємств це їх здатність завойовувати та утримуватись у сегменті ринку автотранспортних послуг.

Конкурентоспроможність АТП характеризується достатньою гнучкістю та вмінням адаптуватися до змін зовнішніх і внутрішніх економічних умов.

Необхідно розглядати основні фактори конкурентоспроможності АТП, які підлягають контролю з боку АТП, та ті, що не контролюються. Фактори, які можуть контролювати самі АТП: стратегія функціонування АТП, загальні витрати, якість транспортних послуг, технологія перевезень та вантажно-розвантажувальних робіт, навчання та підвищення кваліфікації робітників. До факторів, які не може контролювати АТП відносяться: державні, ринкові, природні.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В працях Бідняк М.Н. дано характеристику сучасного ринку транспортних послуг з високою конкуренцією та динамічністю впливу зовнішнього середовища на діяльність АТП. Виділено найголовніші параметри, які визначають конкурентоспроможність і ефективність роботи підприємств в ринкових умовах: швидкість та технологія постачання вантажів, якість і мобільність перевезень, цінова політика, номенклатура послуг, що надає підприємство, географія обслуговування, дотримання правового виконання автомобільних перевезень, наявність спеціалізованого рухомого складу [2].

Зайончик Л.Г. в своїх працях відмічає, що АТП, як і інші організації, перебувають у стані адаптації до ринкових умов роботи, тому є необхідність в проведенні відповідних заходів щодо вдосконалення їх діяльності, організації нових виробничих відносин. Одним з дієвих заходів може стати реструктуризація АТП, здійснення якої дасть змогу забезпечити економічну стабільність функціонування автотранспортних підприємств.

Малєєва А.В. вказує у своїх працях на те, що недостатній розвиток законодавчої бази і низький інвестиційний потенціал автотранспортного комплексу призводять до збільшення ступеня зношення технічних засобів та погіршення їх структури.

Гриньов А.В. звертає увагу на неналежну безпеку руху та зростання негативного впливу діяльності транспорту на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. Все це за умов більш жорсткої конкуренції призводить до поступового витіснення українських перевізників з міжнародних ринків автотранспортних послуг, знижує якість обслуговування вітчизняних підприємств і населення та створює загрозу економіці країни в цілому [4].

Як відмічено в працях Власенко Д.О., в умовах ринкової економіки досягнення оптимального рівня конкурентоспроможності підприємств транспортної сфери є засобом отримання максимального прибутку. Тому, перед суб'єктами господарювання усфері автомобільних перевезень постає завдання: визначати, оцінювати та управляти їх конкурентоспроможністю [3]. Власенко Д.О. вказано на те, що управління конкурентоспроможністю підприємства базується на визначенні та оцінці рівня конкурентоспроможності підприємства. При визначенні конкурентоспроможності необхідно враховувати всі аспекти діяльності підприємств. Одним з основних інструментів для вирішення стратегічних завдань підвищення конкурентоспроможності може слугувати комплексний підхід до розробки стратегії конкурентоспроможності транспортних підприємств. Але не кожне підприємство має кошти на впровадження стратегії підвищення конкурентоспроможності, тому необхідно відокремлювати блок вибору джерела інвестицій [3].

Шляхова А.В. зазначає, що впровадження сучасних вимог до автотранспорту неможливе без наявності кваліфікованого персоналу, спроможного побудувати процес управління діяльністю такого підприємства на належному рівні. Науково-технічний розвиток має дуже високі темпи зростання, тому необхідно постійно вдосконалювати освітній рівень працівників всіх рівнів, що зайняті в транспортному комплексі.

Проблеми в управлінні автотранспортними підприємствами займалися і інші українські та зарубіжні науковці, зокрема В. Ф. Шапіро, І. І. Мазур, Р. Г. Леонтьєв, Е. О. Уткін, М. О. Славоу, В. М. Заболотний, Л. Г. Зайончик, І. А. Луйк, М. Н. Бідняк, О. М. Ложачевська, Є. С. Кузнецов, Л. Б. Міротін, А. В. Базилук, М. Т. Пашута, В. Г. Шинкаренко, Ю. Є. Пащенко, В. Г. Седой, М. Хаммер, І. Ансофф, Дж. Чампі, С. Естрін, Дж. Ерл.

### Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є визначення способів підвищення конкурентоспроможності АТП. Для цього необхідно визначити та обґрунтувати систему показників її оцінювання. Необхідно визначити стратегії розвитку та рекомендації відносно підвищення конкурентоспроможності АТП [6].

В ринкових умовах засіб отримання максимального прибутку є досягнення оптимального рівня конкурентоспроможності підприємств транспортної сфери якісних послуг.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Особливості транспортної системи країни ставлять цілий ряд проблем його територіальної організації. Важливу роль в їх вирішенні покликане зіграти вивчення територіальної організації

транспортних систем, особливостей і закономірностей становлення та розвитку територіальних транспортних структур і формованої ними системи транспортно-географічних відносин в їх взаємодії з іншими територіальними соціально-економічними системами [7].

Інтенсивний шлях розширеного виробництва ставить перед транспортом ряд важливих проблем, які потребують нагального вирішення: комплексний розвиток транспортної системи; заміна малопродуктивних транспортних засобів більш продуктивними; створення сучасної техніки для вантажно-розвантажувальних робіт; вдосконалення структури автомобільного транспорту; підготовка і підвищення кваліфікації працівників, зайнятих не лише експлуатацією нової техніки, а й технічним обслуговуванням, і поточним ремонтом; вдосконалення організації виробництва і праці; - скорочення внутрішніх простоїв транспортних засобів, втрат сировини і палива, робочого часу; прискорення темпів будівництва доріг з твердим покриттям [8].

Необхідність пошуку підприємствами додаткових резервів для зниження витрат своєї логістичної діяльності, зокрема, зниження витрат на закупівлю, складування і відправку продукції вказує на актуальність даного дослідження, оскільки очевидно, що скорочення витрат на транспортно-складські операції багато в чому визначає ефективність роботи АТП [1].

Впровадження ж сучасних методів управління процесами логістики в практику ведення підприємницької діяльності, дозволить підприємствам значно скоротити всі види запасів продукції і витрат, пов'язаних з ними, збільшивши тим самим рентабельність грошових коштів, вкладених в бізнес, що, в сукупності, має позитивно позначитися на прибутковості від капіталовкладень і стійкості підприємства в умовах ринку в цілому.

Транспортна логістика - це світогляд на транспортні процеси з точки зору витрат, з метою їх контролю, оптимізації та управління [1].

В процесі транспортної логістики доводиться вирішувати такі завдання: вибір типу та виду транспортного засобу, спільне планування транспортування на різних видах транспорту, розрахунок оптимальних маршрутів доставки та інші. Найбільш оптимальним вважається маршрут доставки логістичного об'єкта з найменшими витратами, мінімальною шкодою для самого об'єкта доставки і при цьому в найкоротші терміни. Транспортна логістика - це мистецтво проведення об'єкта доставки через процедури транспортування, мінімізуючи витрати, а, значить, економлячи гроші клієнтів. Професійна транспортна логістика передбачає грамотний аналіз різних факторів, що впливають на якість доставки, через призму швидкості, надійності і вартості. Сучасна галузь транспортних перевезень не може бути успішною і ефективною без впевнених знань принципів транспортної логістики і їх використання в процесі вантажоперевезень. В даний час без транспортної логістики переміщення матеріальних цінностей уявити вже неможливо [1].

Один із головних факторів підвищення конкурентоспроможності АТП це якість доставки. Для прийняття оптимального рішення необхідно використовувати відомі алгоритми по знаходженню найкоротших відстаней. Алгоритм Флойда знаходить найкоротший шлях між будь-якими двома вузлами мережі. У цьому алгоритмі мережа представлена у вигляді квадратної матриці з  $n$  рядками і  $n$  стовпцями. Елемент  $(i, j)$  дорівнює відстані  $d_{ij}$  від вузла  $i$  до вузла  $j$ , яке має кінцеве значення, якщо існує дуга  $(i, j)$ , і дорівнює нескінченності в іншому випадку [32]. Ідея методу Флойда полягає в тому, що якщо є три вузли  $i, j$  і  $k$  і задані відстані між ними і виконується нерівність  $d_{ij} + d_{jk} < d_{ik}$ , то доцільно замінити шлях  $i \rightarrow k$  шляхом  $i \rightarrow j \rightarrow k$ . Такі заміни виконуються систематично в процесі виконання алгоритму Флойда [30].

Алгоритм Флойда вимагає виконання наступних дій.

Крок 0. Визначаємо початкову матрицю відстаней  $D_0$  і матрицю послідовності вузлів  $S_0$ . Діагональні елементи обох матриць позначаються знаком "-", що показує, що ці елементи в обчисленнях не беруть участь. Вважаємо  $k = 1$ .

Основний крок. Задаємо рядок  $k$  і стовпець  $k$  як провідний рядок і ведучий стовпець.

Розглядаємо можливість застосування трикутного оператора до всіх елементів  $d_{ij}$  матриці  $D_{k-1}$ . Якщо виконується нерівність:

$$d_{ij} + d_{jk} < d_{ik} \quad (i \neq k, j \neq k, i \neq j),$$

тоді виконуємо наступні дії:

а) створюємо матрицю  $D_k$  шляхом заміни в матриці  $D_{k-1}$  елемента  $d_{ij}$  на суму  $d_{ij} + d_{jk}$ ,

б) створюється матриця  $S_k$  шляхом заміни в матриці  $S_{k-1}$  елемента  $s_{ij}$  на  $k$ . Вважають  $k = k + 1$  і повторюють крок  $k$ .

Після реалізації  $n$  кроків алгоритму визначення за матрицями  $D_n$  і  $S_n$  найкоротшого шляху між вузлами і та  $j$  виконується за такими правилами:

1. відстань між вузлами  $i$  та  $j$  дорівнює елементу  $d_{ij}$  в матриці  $D_n$ ;

2. проміжні вузли шляху від вузла  $i$  до вузла  $j$  визначаємо по матриці  $S_n$ .

Нехай  $s_{ij} = k$ , тоді маємо шлях  $i \rightarrow j \rightarrow k$ . Якщо далі  $s_{ik} = k$  і  $s_{ki} = j$ , тоді вважаємо, що весь шлях визначений, так як знайдені всі проміжні вузли. В іншому випадку повторюємо описану процедуру для шляхів від вузла  $i$  до вузла  $k$  і від вузла  $k$  до вузла  $j$ .

Розглянувши завдання пошуку найкоротших шляхів, слід зазначити, що є певна можливість вибору серед алгоритмів вирішення для цього завдання. Можна було б застосувати алгоритм Флойда (еквівалентний алгоритму Данцига) або Дейкстри з багаторазовим повторенням останнього при виборі кожної вершини графа в якості початкової [9]. Для вибору одного з алгоритмів необхідно порівняти обсяг обчислень по кожному з алгоритмів. Здійснювана при цьому процедура оцінки числа операцій, виконуваних в тому чи іншому алгоритмі, отримала назву аналізу обчислювальної складності.

Аналіз обчислювальної складності досить просто проводити для таких алгоритмів, в яких число виконуваних операцій практично незмінно. Саме такими алгоритмами при фіксованому вихідному графі є алгоритми Дейкстри, Флойда і Данцига. Однак існують алгоритми, точне число операцій в яких не може бути певне заздалегідь. Наприклад, не можна заздалегідь визначити число операцій алгоритму Форда. Для алгоритму типу алгоритмів Форда зазвичай при аналізі обчислювальної складності визначають верхню межу можливого числа операцій. Алгоритми пошуку найкоротших шляхів в основному складаються з операцій двох типів: операції додавання і операції порівняння по мінімуму (мається на увазі операція, в якій з двох величин визначається менша) [9]. Визначено число операцій в алгоритмах Данцига (Флойда), Дейкстри і Форда. В алгоритмі Флойда необхідно обчислювати  $N$  матриць  $D_1, D_2, \dots, D_N$ , загальна кількість операцій пропорційно  $2N^3$ . Загальне число операцій в алгоритмі Дейкстри  $1,5N^2$ , а в алгоритмі Форда  $1,5N^3$ . Використовуючи алгоритм Данцига було розроблено програму по знаходженню найкоротших відстаней. Математичний аналіз вирішення завдання по знаходженню найкоротших відстаней за допомогою програми показує, що якщо при введенні вхідних даних не було допущено помилок, тобто вхідні дані відповідають встановленим для системи обмежень, то отримане рішення дійсно буде відповідати поставленому завданню рис. 1.

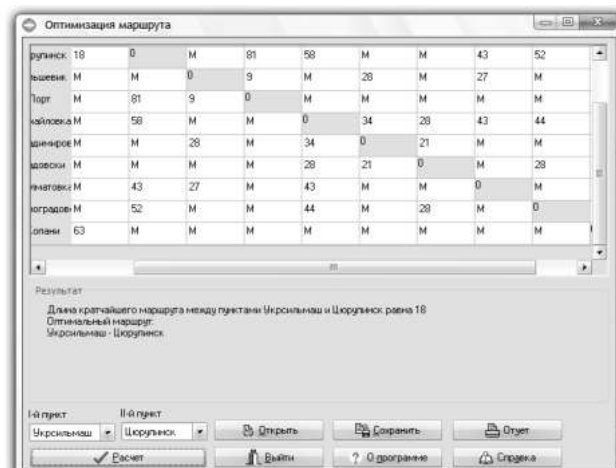


Рис. 1. Екранна форма програми

Програма «Оптимизация маршрута» була протестована для Херсонського консервного заводу дитячого харчування. В програмі є можливість моделювати різні варіанти в залежності від ситуації, яка може бути в даний час поставленого завдання. Після розрахунку буде отримано оптимальний варіант по знаходженню найкоротших відстаней та представлено маршрут.

#### Висновки

Оцінка та аналіз сучасного стану ринку автомобільних перевезень показали, що у даний період питання забезпечення конкурентоспроможності українських підприємств автотранспортної сфери є особливо важливими та складними [3]. Необхідно зазначити, що впровадження сучасних вимог до автотранспорту неможливе без наявності кваліфікованого персоналу, спроможного побудувати процес управління діяльністю такого підприємства на належному рівні. Науково-технічний розвиток має дуже високі темпи зростання, тому необхідно постійно вдосконалювати освітній рівень працівників всіх рівнів, що зайняті в транспортному комплексі.

Підприємству, яке має низький рівень конкурентоспроможності та тривалий час займає останні позиції на ринку, слід запропонувати стратегію скорочення. Її різновид – стратегія згорання, що передбачає відмову від зайвої робочої сили, пошук шляхів ефективного використання ресурсів.

Як скорочення витрат можна розглядати варіант використання програми, яка дає можливість як знаходити найкоротші відстані, отримати їх маршрути, виконати збереження даних, вносити зміни (моделювати процеси) тобто отримати оптимальне рішення і прийняти вірне рішення.

#### Список використаної літератури

1. Антіпова Н. А. Логістика: теорія та практика / Н. А. Антіпова// науковий журнал Луцького національного технічного університету. –Луцьк, 2012. –72 с.
2. Бідняк М. Н., Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика / Вінницький нац. техн. ун-т. Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2006. 176 с.
3. Власенко Д. О.Управління розвитком / Д. О.Власенко. –Суми: КІСумДУ,2004.–106 с.
4. Гриньов А. В. Економічний простір/ А. В.Гриньов, Н. М. Пономарьова, С. В. Гусев. –Х.: Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2009. –64 с.
5. Гриньов А. В., Пономарьова Н. В., Пономарьова Н. М. Конкурентоспроможність автотранспортного підприємства на ринку міжнародних вантажних перевезень. Харків : ХНАДУ, 2009. 116 с.
6. Нагорний Є.В. Аналіз рівня конкурентоздатності транспортного підприємства за допомогою комплексної оцінки якості обслуговування / Є. В. Нагорний, Н. Ю.Шраменко, О. В. Шраменко. – Кременчук : КДПУ, 2006. –172 с.
7. Редзюк А. М., Волков П. П., Дмитренко С. Ю., Ященко Т. М., Кроль В. В. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку / За заг. ред. А. М. Редзюка. Київ : ДП "ДержавтотрансНДІпроект", 2005. 400 с.
8. Український веб-портал. Транспортні послуги та перевезення [Електронний ресурс]. –Режим доступу : [ukraine-tipp.gov.ua](http://ukraine-tipp.gov.ua).
9. Чухрай Н. Л. Логістичне обслуговування: Підручник / Н. Л. Чухрай. –Львів: Вид. Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2006. –292 с.

#### References

1. Antipova N.A., Logistics: theory and practice. Scientific journal of Lutsk National Technical University. Lutsk, 2012. 72 p.
2. Bidnyak M.N., Bilichenko V.V. Production systems on transport: theory and practice. Vinnytsia nat. tech. Univ. Vinnitsa, UNIVERSUM, 2006. 176 p.
3. Vlasenko D.O. Management of development. Sums, KISumDU, 2004. 106 p.
4. Grinev A.V. Economic space. Kharkiv, National Highway and Road University, 2009. 64 p.
5. Grinev A.V., Ponomareva N.V., Ponomareva N.M. Competitiveness of the trucking enterprise in the international freight market. Kharkiv, KhNADU, 2009. 116 p.
6. Nagorny E.V. Analysis of the level of competitiveness of the transport enterprise with the help of complex evaluation of service quality. Kremenchuk, KSPU, 2006. 172 p.
7. Redzyuk A.M., Volkov P.P., Dmitrenko S. Y., Yashchenko T.M., Krol V.V. Automobile transport of Ukraine: state, problems, prospects of development. Kiev, State Enterprise "DerzhavtotransNDIproekt", 2005. 400 p.
8. Ukrainian web portal. Transportation Services and Transportation [Electronic resource]. Access mode, [ukraine-tipp.gov.ua](http://ukraine-tipp.gov.ua).
9. Chukhray N.L., Logistics Services: Textbook. Lviv, View. Nat. University of Lviv Polytechnic, 2006. 292 p.

УДК 004.031.4

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.14>

В.М. КОЗЕЛ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-2627-2499

О.В. ІВАНЧУК

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-2058-4707

С.А. ДРОЗДОВА

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0276-6387

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ІОТ ПРИСТРОЇВ

*У статті розглянуто проблеми поширення IoT-пристроїв. Виконано дослідження використання IoT-пристроїв. Виявлені проблеми, що заважають широкому застосуванню IoT-пристроїв. Виконано огляд системи Orvibo Zigbee Minihub EU та виявлено, що система не дозволяє виконувати збір даних з будь-яких IoT-пристроїв. Orvibo Zigbee Minihub EU дозволяє їхнє використання лише за допомогою власного протоколу ZigBee. Через це прийняте рішення розробити систему, що виконуватиме збір даних та не буде мати обмежень щодо роботи за одним протоколом. Розроблено програмно-апаратну систему, що виконуватиме збір та передачу даних з IoT-пристроїв, яка матиме одну IP-адресу, а також програмну реалізацію збору інформації з IoT-пристроїв з подальшою можливістю аналізувати та обробляти отримані дані і виконувати запити від даних пристроїв. Для запропонованої системи розроблено структурну схему на базі мікроконтролера ATmega328r для обміну даними між IoT-пристроями. Для роботи системи розроблено програмне забезпечення для пристрою та комп'ютеру, яке дозволяє на сторінці кодів задавати для кожного коду унікальне ім'я, для полегшення взаємодії з кодами. Також програмне забезпечення виконує запит на пошук IoT-пристроїв. Якщо IoT-пристрій у цей час виконує передачу коду, то пристрій зафіксує його у своїй пам'яті та зможе з ним взаємодіяти. На сторінці дії можна додати відповідну дію при отриманні певного коду, що дозволить автоматизувати дії, пов'язанні з IoT-пристроями. Програма дозволяє переглянути останні події, що відбулися з IoT-пристроями.*

*Розроблена система збору інформації дозволяє використовувати протокол передачі даних від різних IoT пристроїв через Wi-Fi канал. Зважаючи на те, що застосований в спроектованій системі мікроконтролер є цілком доступним, вартість даного пристрою значно менша ніж у рішень, які представлені нині на ринку пристроїв. Подальше удосконалення програмного забезпечення для розробленої системи дозволить підвищити безпеку мереж за допомогою сучасних алгоритмів шифрування.*

*Ключові слова: Інтернет, інтернет речей, IoT платформа, мережа пристроїв, розумний будинок, комп'ютерна система, безпека, мікроконтролер, програмне забезпечення.*

В.Н. КОЗЕЛ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-2627-2499

А.В. ІВАНЧУК

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-2058-4707

Е.А. ДРОЗДОВА

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0276-6387

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ ОТ ИОТ УСТРОЙСТВ

*В статье рассмотрены проблемы распространения IoT-устройств. Выполнены исследования использования IoT-устройств. Вывявлены проблемы, мешающие широкому применению IoT-устройств. Выполнен обзор системы Orvibo Zigbee Minihub EU и выявлено, что система не позволяет выполнять сбор данных с любых IoT-устройств. Orvibo Zigbee Minihub EU позволяет их использование только с помощью собственного протокола ZigBee. Поэтому принято решение разработать систему, которая будет выполнять сбор данных, но не будет иметь ограничений для работы по одному протоколу. Разработана программно-аппаратная система, которая будет выполнять сбор и передачу данных с IoT-устройств и будет иметь один IP-адрес, а также программная реализация сбора информации с IoT-устройств с последующей возможностью анализировать и обрабатывать полученные данные и выполнять запросы от данных устройств. Для предложенной системы разработана структурная*

схема на базі мікроконтролера ATmega328p для обміну даними між IoT-устройствами. Для роботи системи розроблено програмне забезпечення для пристрою та комп'ютера, яке дозволяє на сторінці кодів задавати для кожного кода унікальне ім'я, для спрощення взаємодії з кодами. Також програмне забезпечення виконує запит на пошук IoT-устройств. Якщо IoT-устрійство в цей час виконує передачу коду, то пристрій зафіксує його в своїй пам'яті та зможе з ним взаємодіяти. На сторінці дій можна додати відповідне дію при отриманні певного коду, що дозволить автоматизувати дії, пов'язані з IoT-устройствами. Програма дозволяє переглянути останні події, що відбулися з IoT-устройствами.

Розроблена система збору інформації дозволяє використовувати протокол передачі даних від різних IoT-устройств за допомогою Wi-Fi каналу. Завдяки цьому, що застосований в спроектованій системі мікроконтролер є доступним, вартість даного пристрою значно менше, ніж у рішень, які представлені зараз на ринку пристроїв. Далішнє вдосконалення програмного забезпечення для розробленої системи дозволить підвищити безпеку мережі з допомогою сучасних алгоритмів шифрування.

**Ключові слова:** Інтернет, інтернет речей, IoT-платформа, мережа пристроїв, розумний дім, комп'ютерна система, безпека, мікроконтролер, програмне забезпечення.

V.M. KOZEL

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-2627-2499

O.V. IVANCHUK

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-2058-4707

Ye.A. DROZDOVA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-0276-6387

## DEVELOPMENT OF SYSTEM FOR COLLECTING INFORMATION FROM IoT DEVICES

*The article discusses the problems of distribution of IoT devices. A study on the use of IoT devices. Identified problems that impede the widespread use of IoT devices. A review of the Orvibo Zigbee Minihub EU system was performed and it was determined that the system does not allow data collection from arbitrary IoT devices. Orvibo Zigbee Minihub EU allows the use of IoT devices only using its own ZigBee protocol. In connection with this, a system was developed that performs data collection and does not require devices designed to operate on a single protocol. A hardware and software system has been developed that collects data from IoT devices and has one IP address, as well as a software implementation of data collection from IoT devices with the further ability to analyze and process the received data, and perform requests from these devices. For the proposed system, a block diagram has been developed based on the ATmega328p microcontroller for exchanging data between IoT devices. For the system to work, software was developed for the device and the computer, which allows you to set a unique name for each code, which simplifies interaction with codes. The software also performs a search request for IoT devices. When the IoT device transfers the code, the system will fix it in its memory and will be able to interact with it. The hardware-software complex allows you to add the appropriate action when you receive a specific code, which allows you to automate actions associated with IoT devices. The program allows you to view the latest events that have occurred with IoT devices. The program allows you to view the latest developments with IoT-devices.*

*The developed information collection system allows the use of data transfer protocol from various IoT devices using Wi-Fi channel. Due to the fact that the microcontroller used in the designed system is affordable, the cost of this device is significantly less than the solutions that are currently on the device market. Further improvement of the software for the developed system will improve network security using modern encryption algorithms.*

**Keywords:** internet, internet of things, IoT platform, device network, smart home, computer system, security, microcontroller, software.

### Постановка проблеми

Кожного дня розробляються нові пристрої, що мають підключення до глобальної мережі Інтернет. У 2009 році кількість пристроїв, підключених до Інтернет, зрівнялася з кількістю населення Землі, через що «інтернет людей» став «інтернетом речей». Вже у 2017 році кількість пристроїв досягла 20 млрд. По прогнозам компанії Cisco кількість пристроїв, що мають підключення до мережі Інтернет, в найближчий час складе 50 млрд.

Велика кількість розробників включає до своїх пристроїв елементи «розумного будинку» для виконання дій, вказаних користувачем, через підключення до мережі Інтернет.

Зважаючи на постійне зростання кількості пристроїв з елементами «розумного будинку», корпорації почали розробку систем взаємодії між ними для реагування одних пристроїв на події з інших пристроїв.

Системи, в яких відбувається обмін даними між пристроями, отримали назву «Інтернет речей». В таких системах усі пристрої здатні на обмін даними з мережею Інтернет напряму або через концентратор, що має підключення до глобальної мережі.

Використовуючи мобільні додатки або WEB-сторінки, користувач може отримати доступ до концентратора та виконати налаштування IoT-пристроїв, або обрати команду для виконання ними. При цьому немає необхідності присутності біля концентратора, достатньо мати доступ до мережі Інтернет та знати IP чи WEB адресу для підключення до концентратора.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Інтернет речей (IoT) - це всесвітня павутина, в якій електронні пристрої спілкуються між собою без втручання людини. IoT-пристрої можуть виконувати збирання інформації про зовнішнє середовище, передачу зібраних даних та їхню обробку [1]. Використання цих можливостей дозволяє автоматизувати деякі дії з повсякденного життя людини.

На даний час є кілька проблем, що заважають подальшому поширенню IoT-пристроїв [2]:

- проблеми виконання віддаленого підключення;
- проблема безпеки [3];
- проблема стандартизації.

Для підключення до мережі Інтернет пристрій має отримати власну IP-адресу. Наразі найпоширенішим є стандарт IPv4, який може видати близько 4,22 мільярда адрес. Але кількість пристроїв, що потенційно можуть здійснювати підключення до мережі Інтернет, вже більше кількості наявних адрес.

Наявність проблеми безпеки Інтернету речей призводить до можливості несанкціонованого проникнення до систем будинків або до мережі підприємства через IoT-пристрої.

Якщо раніше розробка комп'ютерних систем традиційно велася з урахуванням ізольованого середовища, то нині IoT-пристрої потребують постійного доступу до глобальної мережі для взаємодії з іншими пристроями.

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою роботи було дослідження використання IoT-пристроїв для виявлення проблем, що заважають їхньому подальшому поширенню, та розробка системи, що виконуватиме збір та передачу даних з IoT-пристроїв, і при цьому матиме одну IP-адресу.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Для IoT-пристроїв безпека гарантується, перш за все, цілісністю коду, перевіркою автентичності користувачів (пристроїв), встановленням права володіння, а також можливістю відбиття віртуальних і фізичних атак. Але більшість IoT-пристроїв, що працюють сьогодні, не забезпечені елементами захисту, мають доступні зовні інтерфейси управління, стандартні паролі, тобто, мають всі ознаки веб-уразливості [2,4].

Оскільки Інтернет речей – молодий і потенційно дуже ємний ринок, такі компанії-лідери ринку, як Google, Intel, Apple, Microsoft пропонують свої платформи для цієї технології.

Кожна розробка нової платформи створює новий стандарт, через що розробникам IoT-пристроїв доводиться обирати з наявної безлічі єдиний стандарт, за яким пристрій буде працювати. Це створює проблему відсутності сумісності між усіма платформами.

Обмін даними з IoT-прироями може виконуватися за технологіями:

- Bluetooth [5];
- Wi-Fi [6,7,8];
- Радіоканал на частоті 315 або 433 МГц [6].

Вирішенню цих проблем сприятиме розробка системи, що буде виконувати збір та передачу даних (рис.1) з IoT-пристроїв. Особливістю розроблюваної системи є те, що вона має використовувати одну IP-адресу та буде захищеною від атак через мережу.



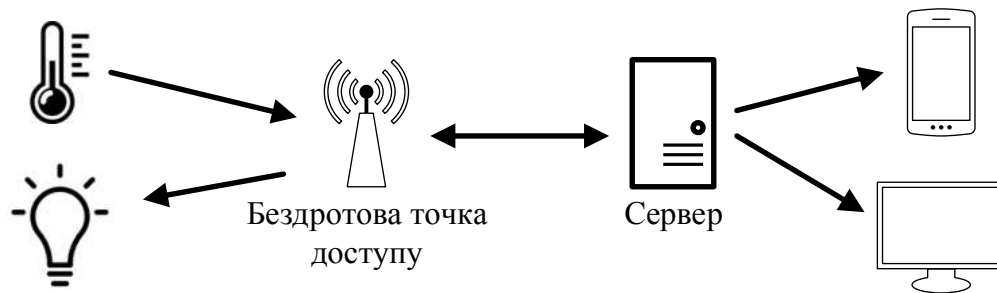


Рис. 1. Зв'язок IoT-пристроїв з системою збору даних

Пристрій виконує збір даних з IoT-пристроїв через радіоканал на частоті 433 МГц. Використання такого методу передачі даних забезпечить сумісність з великою кількістю пристроїв [4] і полегшить налаштування та збір даних. Впровадження системи дозволить уникнути проблеми адресації кожного IoT-пристрою, оскільки для отримання даних з усіх IoT-пристроїв буде необхідна лише одна адреса.

Пропонована система передачі має захист у вигляді шифрування даних, що забезпечить відсутність зовнішнього впливу на дані та гарантує захист IoT-пристроїв від зовнішнього втручання.

Прикладом реалізації подібного підходу є система Orvibo Zigbee Minihub EU. Для обміну даними з IoT-пристроями використовуються ретранслятори (рис. 2), що можуть створювати додаткові перешкоди при обміні даними через наявність додаткових передавачів.

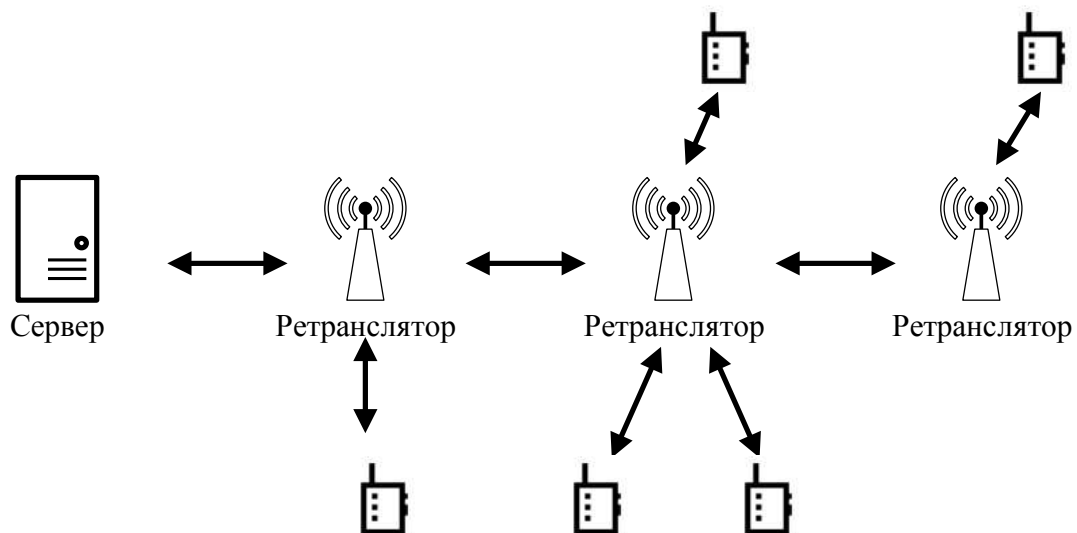


Рис. 2. Використання ретрансляторів в протоколі ZigBee

Для взаємодії з системою використовується мережа Wi-Fi. Також система має підтримку протоколу ZigBee. ZigBee є протоколом верхнього рівня, що базується на бездротовому стандарті IEEE 802.15.4. Наявність протоколу створює проблему вибору IoT-пристроїв, оскільки необхідно використовувати IoT-пристрої лише з підтримкою цього протоколу. Сама система потребує використання пристроїв з однаковою версією протоколу, через що зменшується кількість пристроїв, які можуть бути підключені до системи.

Через те, що система Orvibo Zigbee Minihub EU значно обмежує коло потенційно придатних для підключення до неї IoT-пристроїв через необхідність використання лише протоколу ZigBee, було прийняте рішення розробити систему, що виконуватиме збір даних з пристроїв, створених для роботи за різними протоколами.

На основі аналізу принципів роботи та обміну даними між IoT-пристроями була розроблена структурна схема пристрою (рис. 3), на якій зображені основні блоки та їхня взаємодія.

Пристрій має такі основні блоки:

- Мікроконтролер ATmega328p;
- Мікроконтролер ESP8266;
- Передавач MX-05V;

- Приймач MX-RF-5V (XD-RF-5V);
- Допоміжні блоки пристрою:
- Стабілізатор напруги LM7805;
  - Стабілізатор напруги LM1117-3.3v;
  - Кварцовий резонатор 16 МГц;

Опис роботи пристрою.

Робота пристрою починається з подачі живлення на стабілізатор напруги DA1. Він виконує зниження напруги до 5В. Напруга у 5В подається на елементи DA2, DD1 та модулі XD-RF-5V, MX-05V.

Стабілізатор напруги DA2 виконує зменшення напруги до 3,3В. Напруга у 3,3В подається на модуль ESP8266 [6].

Після подачі напруги, модулі ESP8266, MX-05V, XD-RF-5V очікують команди ініціалізації від мікроконтролера DD1.

Мікроконтролер DD1 виконує запуск програмного коду з внутрішньої пам'яті.

При старті програми виконується передача команд на модуль ESP8266 для ініціалізації Wi-Fi мережі. Після підтвердження ініціалізації Wi-Fi мережі від модуля ESP8266, мікроконтролер DD1 виконує ініціалізацію модулів XD-RF-5V, MX-05V.

Отримавши підтвердження ініціалізації модулів, мікроконтролер DD1 очікує передачу даних з Wi-Fi мережі чи з модулю MX-RF-5V.

Коли від Wi-Fi мережі чи від IoT-пристроїв через радіоканал дані надходять до мікроконтролера DD1, він виконує їхню обробку. При отриманні даних з Wi-Fi мережі відбувається обробка запиту. Після обробки запиту мікроконтролер DD1 відправляє відповідь, якщо вона є необхідною згідно запиту [7,11].

Для роботи з системою розроблене програмне забезпечення (рис. 4), до складу якого входить програма для системи збору інформації від IoT пристроїв та програма віддаленого керування системою.

На початку роботи програми віддаленого керування необхідно обрати IP-адресу підключення, через яке відбуватиметься обмін даними з пристроєм. Після вибору адреси необхідно натиснути кнопку «Підключення». Після успішного підключення буде виконане завантаження даних з пристрою.

В лівій частині вікна знаходиться меню сторінок. Шляхом натискання на кнопки меню відбувається перехід на відповідну сторінку.

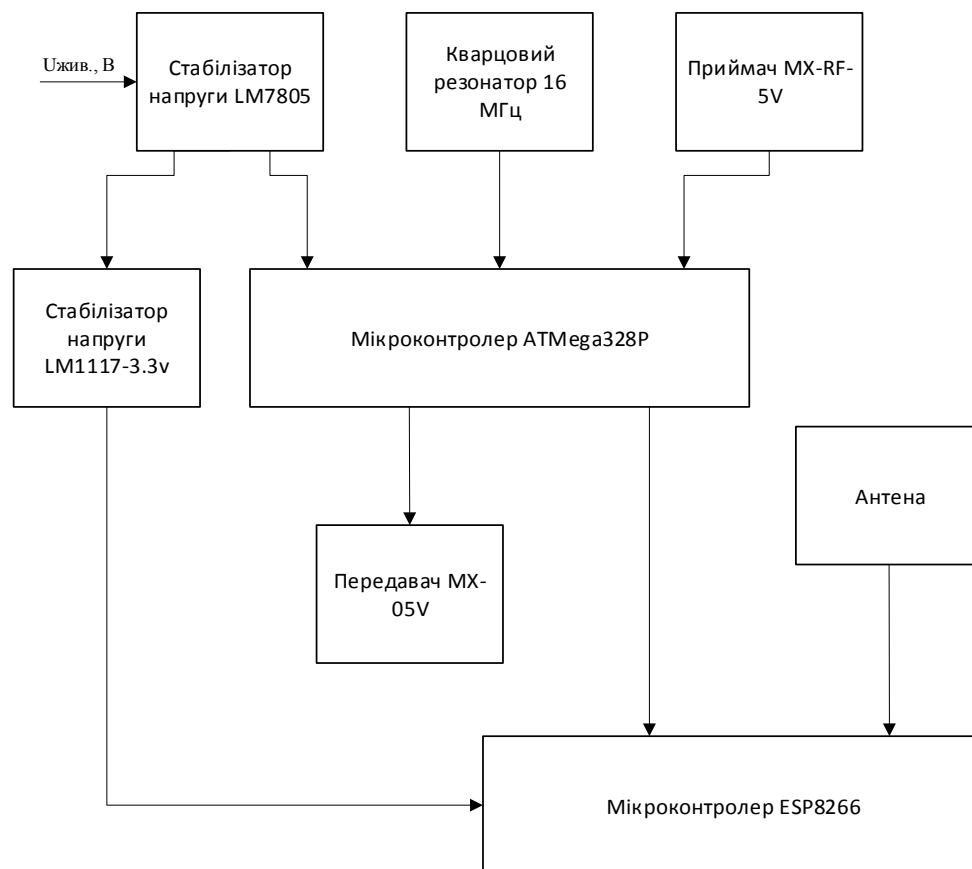


Рис. 3. Структурна схема пристрою

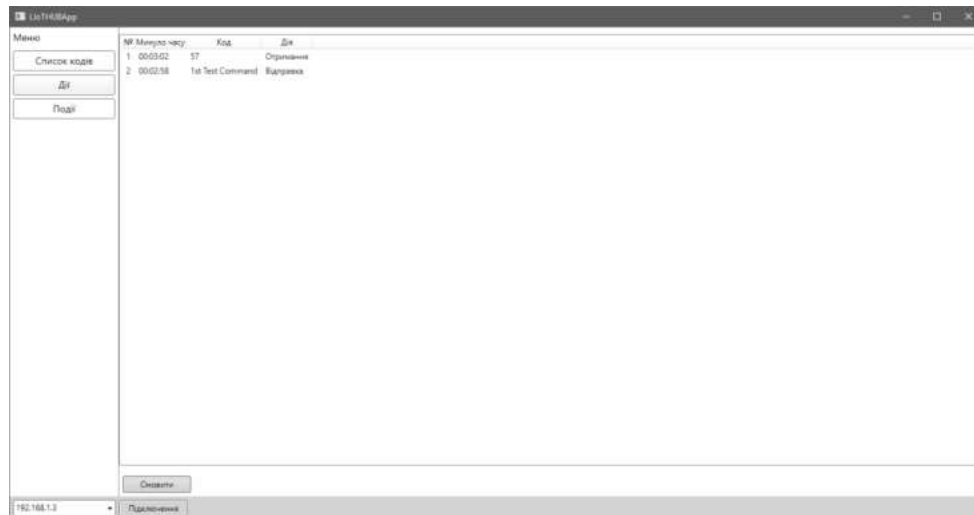


Рис. 4. Сторінка подій

На сторінці кодів можна задати для кожного коду унікальне ім'я, для полегшення взаємодії з кодами. Також можна виконати запит на пошук IoT-пристроїв. Якщо IoT- пристрій у цей час виконує передачу коду, то пристрій зафіксує його у своїй пам'яті та зможе з ним взаємодіяти.

На сторінці дій можна додати відповідну дію при отриманні певного коду, що дозволить автоматизувати дії, пов'язані з IoT-пристроями. На сторінці подій можна переглянути останні події, що відбулися з IoT-пристроями.

#### Висновки

Розроблена система збору інформації дозволяє використовувати протокол передачі даних від різних IoT пристроїв через Wi-Fi канал. Зважаючи на те, що застосований в спроектованій системі мікроконтролер є цілком доступним, вартість даного пристрою значно менша ніж у рішень, які представлені нині на ринку пристроїв. Подальше удосконалення програмного забезпечення для розробленої системи дозволить підвищити безпеку мереж за допомогою сучасних алгоритмів шифрування.

#### Список використаної літератури

1. Семюел Грінгард Інтернет речей / пер. з англ. О.А. Герасимчук. Харків : Книжний Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля», 2018. – 176 с.
2. 5 проблем интернета вещей, которые предстоит решить. [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://cnews.ru/link/a4631> (дата звернення 07.05.2019).
3. Андрей Бирюков. Информационная безопасность: Защита и нападение. М.: ДМК-Пресс, 2017. – 434 с.
4. David Rose. Enchanted Objects: Design, Human Desire, and the Internet of Things. New York : Scribner, 2014. – 320 p.
5. Tom Igoe. Making Things Talk: Using Sensors, Networks, and Arduino to See, Hear, and Feel Your World. Sebastopol : Maker Media, 2017. – 496 p.
6. Marco Schwartz. Internet of Things with ESP8266. Birmingham : Packt Publishing, 2016. – 226 p.
7. Howard Johnson. High-Speed Signal Propagation: Advanced Black Magic. New Jersey : Prentice Hall, 2003. – 808 p.
8. Mark Geddes. Arduino Project Handbook: 25 Practical Projects to Get You Started. San Francisco : No Starch Press, 2016. – 272 p.
9. Brian Huang. Derek Runberg. The Arduino Inventor's Guide: Learn Electronics by Making 10 Awesome Projects. San Francisco : No Starch Press, 2017. – 335 p.
10. Howard Johnson. High-Speed Digital Design: A Handbook of Black Magic. New Jersey : Prentice Hall, 1993. 464 p.
11. Simon Monk. Programming Arduino: Getting Started with Sketches : Second Edition. New York : McGraw-Hill, 2016. – 192 p.
12. Jeremy Blum. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry. New York : Wiley, 2013. – 384 p.
13. John Boxall. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects. San Francisco : No Starch Press, 2013. – 392 p.

14. James Kurose, Keith Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach : 7th Edition. London : Pearson, 2016. – 864 p.
15. Andrew Blum. Tubes: A Journey to the Center of the Internet. New York : Ecco, 2013. – 304 p.
16. Marc Goodman. Future Crimes: Inside the Digital Underground and the Battle for Our Connected World. New York : Anchor, 2016. – 608 p.
17. Foster Provost, Tom Fawcett. Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking. Sebastopol : O'Reilly Media, 2013. – 414 p.
18. Michael Howard, David LeBlanc, John Viega. 19 Deadly Sins of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them. New York : McGraw-Hill Osborne Media, 2005. – 304 p.

#### References

1. Greengard S. The Internet of Things. Cambridge, 2015. 230 p. (Ukr. ed.: Herasymchuk O.A. Internet rechei. Kharkiv, Knyzhnyi Klub «Klub Simeinoho Dozvillia», 2018. – 176 p.)
2. 5 problem interneta veschey, kotoryie predstoit reshit. (5 problems of the Internet of things to be solved) Available at: <http://cnews.ru/link/a4631> (accessed 7 May 2019).
3. Biryukov A. Informatsionnaya bezopasnost: Zashchita i napadenie. Moscow [Information Security: Defense and Attack], DMK-Press, 2017. – 434 p.
4. Rose D. Enchanted Objects: Design, Human Desire, and the Internet of Things. New York, Scribner, 2014. 320 p.
5. Igoe T. Making Things Talk: Using Sensors, Networks, and Arduino to See, Hear, and Feel Your World. Sebastopol, Maker Media, 2017. 496 p.
6. Schwartz M. Internet of Things with ESP8266. Birmingham, Packt Publishing, 2016. 226 p.
7. Johnson H. High-Speed Signal Propagation: Advanced Black Magic. New Jersey, Prentice Hall, 2003. 808 p.
8. Geddes M. Arduino Project Handbook: 25 Practical Projects to Get You Started. San Francisco, No Starch Press, 2016. – 272 p.
9. Huang B. Runberg D. The Arduino Inventor's Guide: Learn Electronics by Making 10 Awesome Projects. San Francisco, No Starch Press, 2017. – 335 p.
10. Johnson H. High-Speed Digital Design: A Handbook of Black Magic. New Jersey, Prentice Hall, 1993. – 464 p.
11. Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches, 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 2016. – 192 p.
12. Blum J. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry. New York, Wiley, 2013. – 384 p.
13. Boxall J. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects. San Francisco, No Starch Press, 2013. – 392 p.
14. Kurose J, Ross K. Computer Networking: A Top-Down Approach, 7th ed. London, Pearson, 2016. – 864 p.
15. Blum A. Tubes: A Journey to the Center of the Internet. New York, Ecco, 2013. – 304 p.
16. Goodman M. Future Crimes: Inside the Digital Underground and the Battle for Our Connected World. New York, Anchor, 2016. – 608 p.
17. Provost F, Fawcett T. Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking. Sebastopol, O'Reilly Media, 2013. – 414 p.
18. Howard M, LeBlanc D, Viega J. 19 Deadly Sins of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them. New York, McGraw-Hill Osborne Media, 2005. – 304 p.

UDK 681.004.89:164.053

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.15](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.15)

N.V. KORNILOVSKA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-8331-8027

S.V. VYSHEMYRSKA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-6343-7512

I.A. LURIE

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-8100-1846

## MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES FOR CREATING A CONSOLIDATED INFORMATION RESOURCE IN MONETARY OPERATIONS WITH CRYPTOCURRENCY

*The purpose of developing a consolidated information resource (CIR) is to combine systematically all available information about the types of cryptocurrency and the places and means of obtaining it. Looking for fresh news about cryptocurrency that appear daily in the Internet. Informing on all available cryptocurrency exchanges in the world and the tools they work with. The purpose of CIR is to inform an inexperienced user about the types of cryptocurrency, means for obtaining and selling it.*

*In our opinion, the target audience of the created information resource is the Ukrainian-speaking Internet users who are interested in cryptocurrency and operations with it; migrants from our country who are in a different language environment and need information on a simple transfer of currency to their relatives with the help of Blockchain technology; freelancers who fulfill orders for foreign investors and require unrestricted currency transactions.*

*The expected effect from the introducing a consolidated information resource will be a social component, since the information that will be collected from different sources will contribute to the effective search of the information from the world of cryptocurrency by the interested Ukrainian-speaking audience.*

*The inputs of the consolidated resource will be the information content obtained from various information sources, namely: third-party WEB-pages devoted to crypto-currency; exchange news, BTC exchange rates in relation to fiat currency or its FORKS, course diagrams, etc.*

*The output elements of the consolidated information resource will be the actual arrays of information on the updated WEB-pages structured according to the topics: news from the world of cryptocurrencies; the information review on the "Forum" of the site visitors; information on methods and means for obtaining cryptocurrency; information about the existing cryptocurrency exchanges and news from them; information about available fraudulent sites.*

*Keywords: Bitcoin, cryptocurrency, blockchain.*

Н.В. КОРНІЛОВСЬКА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-8331-8027

С.В. ВИШЕМИРСЬКА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-6343-7512

І.А. ЛУР'Є

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-8100-1846

## СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОНСОЛІДОВАНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ОПЕРАЦІЙ З КРИПТОВАЛЮТОЮ

*Мета розробки консолідованого інформаційного ресурсу (КІР) полягає у системному поєднанні усієї наявної інформації про види криптовалют та місцях і засобах її здобування. Пошук свіжих новин про криптовалюту, які щоденно з'являються в мережі Інтернет. Інформування про усі наявні в світі криптовалютних бірж та інструментах із якими вони працюють. Призначенням КІР є інформування недосвідченого користувача про види криптовалют, засоби для її здобування та продажу.*

*Цільовою аудиторією створюваного інформаційного ресурсу, на наш погляд є: україномовні користувачі інтернет які зацікавилися криптовалютою та операціях із нею; мігранти з нашої країни які перебувають в іншому мовному середовищі й потребують інформації про нескладний перевід валюти до*

рідних з допомогою технології *Blockchain*; фрілансери що виконують замовлення для закордонних інвесторів і потребують безперешкодного здійснення валютних операцій.

Очікуваним ефектом від впровадження консолідованого інформаційного ресурсу буде соціальна складова, оскільки, інформація, яка буде зведена з різних джерел, сприяє ефективному пошуку інформації зі світу криптовалют у зацікавленій україномовній аудиторії. В результаті створення такого ресурсу повинна функціонувати спільнота, об'єднана задоволенням інформаційних потреб зі світу криптовалют. Функціонування даної спільноти забезпечить існування інформаційного ресурсу, в основі якого лежить взаємодія користувачів шляхом обміну корисним досвідом та знаннями на базі створеного форуму. Консолідований інформаційний ресурс в подальшому буде використовуватись, як середовище для взаємодії користувачів та обміну між ними знаннями та інформацією.

Вихідними елементами консолідованого інформаційного ресурсу будуть актуальні масиви інформації на оновлених *WEB* - сторінках структуровані по тематиці: новини з світу криптовалют; перегляд інформації на «Форумі» відвідувачів сайту; інформація про способи і засоби для здобування криптовалют; інформація про існуючі біржі криптовалют та новини від них; інформація, про наявні шахрайські сайти.

Ключові слова: *Bitcoin*, криптовалюта, блокчейн.

Н.В. КОРНИЛОВСКАЯ

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-8331-8027

С.В. ВИШЕМИРСКАЯ

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-6343-7512

И.А. ЛУРЬЕ

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0001-8100-1846

### **СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОПЕРАЦИЙ С КРИПТОВАЛЮТОЙ**

Цель разработки консolidированного информационного ресурса (КИР) заключается в системном сочетании всей имеющейся информации о видах криптовалюта и местах и способах ее получения. Поиск свежих новостей о криптовалюта, которые ежедневно появляются в сети Интернет. Информирование о имеющихся в мире криптовалютных биржах и инструментах, с которыми они работают. Назначением КИР является информирование неопытного пользователя о видах криптовалюта, средства для ее получения и продажи.

Целевой аудиторией создаваемого информационного ресурса, на наш взгляд являются: украиноязычные пользователи интернет заинтересовавшихся криптовалюта и операциях с ними; мигранты из нашей страны находящиеся в другой языковой среде и нуждаются в информации о несложный перевод валюты к родным с помощью технологии *Blockchain*; фрилансеры выполняющие заказы для иностранных инвесторов и требуют беспрепятственного осуществления валютных операций.

Ожидаемым эффектом от внедрения консolidированного информационного ресурса будет социальная составляющая, поскольку, информация, которая будет возведена из разных источников, способствует эффективному поиску информации из мира криптовалюта в заинтересованной украиноязычной аудитории. В результате создания такого ресурса должна функционировать сообщество, объединенное удовлетворением информационных потребностей из мира криптовалюта. Функционирование данного сообщества обеспечит существование информационного ресурса, в основе которого лежит взаимодействие пользователей путем обмена полезным опытом и знаниями на базе созданного форума. Консолідований інформаційний ресурс в дальнейшем будет использоваться как среда для взаимодействия пользователей и обмена между ними знаниями и информацией.

Конечными элементами консolidированного информационного ресурса будут актуальные массивы информации на обновленных *WEB* - страницах структурированные по тематике: новости мира криптовалют; просмотр информации на «Форуме» посетителей сайта; информация о способах и средствах для получения криптовалют; информация о существующих биржах криптовалюта и новости от них; информация, об имеющихся мошеннических сайтах.

Ключевые слова: *Bitcoin*, криптовалюта, блокчейн.

### Problem Statement

The development of the Internet makes people rethink the very essence of money, their form and purpose. Every day we hear or use electronic money, such as Bitcoin (derived from English) – a peer-to-peer system of electronic cash using the digital currency of the same name, which is often referred to as cryptocurrency or virtual currency; Internet banking is providing banking services through the Internet with the possibility of round-the-clock access on any day of the week from any place where there is an Internet access, internet trading is the ability to make deals with all the classes of assets and currencies with the help of the Internet. One of the main benefits of online trading is that payment can be made within 24 hours.

The idea of introducing cryptocurrency is to create a currency that is not controlled by the state, freely distributed, does not depreciate and operations with it are transparent.

Cryptocurrency is a virtual digital currency. It is encrypted information, so it is protected against tampering because it cannot be copied (the prefix “crypto” in its name means the use of cryptography). The difference between cryptocurrency and ordinary money in digital form is that ordinary money is initially paid into an account through a bank payment terminal, and cryptocurrency is formed directly in a computer network. It is not connected with any known currency or the currency system of the state.

### Analysis of the latest researches and publications

Domestic and foreign scientists D. Nikkolai, I. Guseva, T. Petrova, R. Price, L. Fridkin, T. Yatsyk, O. Zagnitko and others were engaged in studying the problems of introducing and developing cryptocurrency. Legislation of most countries of the world and Ukraine, in particular, does not recognize the legal status of cryptocurrency, since the legislation does not define the status of cryptocurrency, and the turnover of cryptocurrency in the country is allowed; difficulties arise when accounting transactions with cryptocurrencies are displayed.

In Ukraine, the turnover issues of cryptocurrencies remain without a clear answer as for their legality. On the one hand, according to Article 32 of the Law of Ukraine “On the National Bank of Ukraine”, the monetary unit of Ukraine is the hryvnia. The issue and turnover of other monetary units on the territory of Ukraine and the use of money surrogates as a means of payment are prohibited [On the National Bank of Ukraine: the Law of Ukraine dated May 20, 1999 No. 679-XIV // Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 1999. № 29. Art. 238].

### Goal Setting

Today, Ukraine’s economy is rapidly integrating into the global economy, so the idea of creating a consolidated information resource for the transactions with cryptocurrency is timely and needs to be theoretically grounded and practically implemented.

The purpose of the article is to develop a consolidated information resource (CIR) which will enable the system to combine all available information about the types of cryptocurrency and the places and means of obtaining it, to search for fresh news about cryptocurrency that daily appear in the Internet, will inform about all the world’s largest cryptocurrency exchanges and tools with which they work, will warn the users of the consolidated information resource about fraudulent operations with cryptocurrency.

The target audience of the created information resource is the Ukrainian-speaking Internet users who are interested in cryptocurrency and operations with it; migrants from our country who are in a different language environment and need information on a simple transfer of currency to their relatives with the help of Blockchain technology; freelancers who fulfil orders for foreign investors and require unrestricted currency transactions.

The expected effect from the introduction of a consolidated information resource will be a social component, since the information that will be collected from different sources will contribute to the effective search of the information from the world of cryptocurrency by the interested Ukrainian-speaking audience.

As a result of creating such a resource there must operate a community united to meet the information needs of the world of cryptocurrency. The functioning of this community will ensure the existence of the informational resource based on the interaction of users through the exchange of useful experiences and knowledge on the basis of the created forum. The consolidated information resource will be used as an environment for interaction and sharing knowledge and information between users.

Consolidated information resource in the form of a WEB-site is used by individuals to obtain information on types of cryptocurrency, reference information on transactions with cryptocurrencies, their rates and quotations on the world’s cryptocurrency exchanges.

The inputs of the consolidated resource will be the information content obtained from various information sources, namely: third-party WEB-pages devoted to crypto-currency; exchange news, BTC exchange rates in relation to fiat currency or its FORKS, course diagrams, etc.

The output elements of the consolidated information resource will be the actual arrays of information on the updated WEB-pages structured according to the topics: news from the world of cryptocurrencies; the information review on the “Forum” of the site visitors; information on methods and means for obtaining

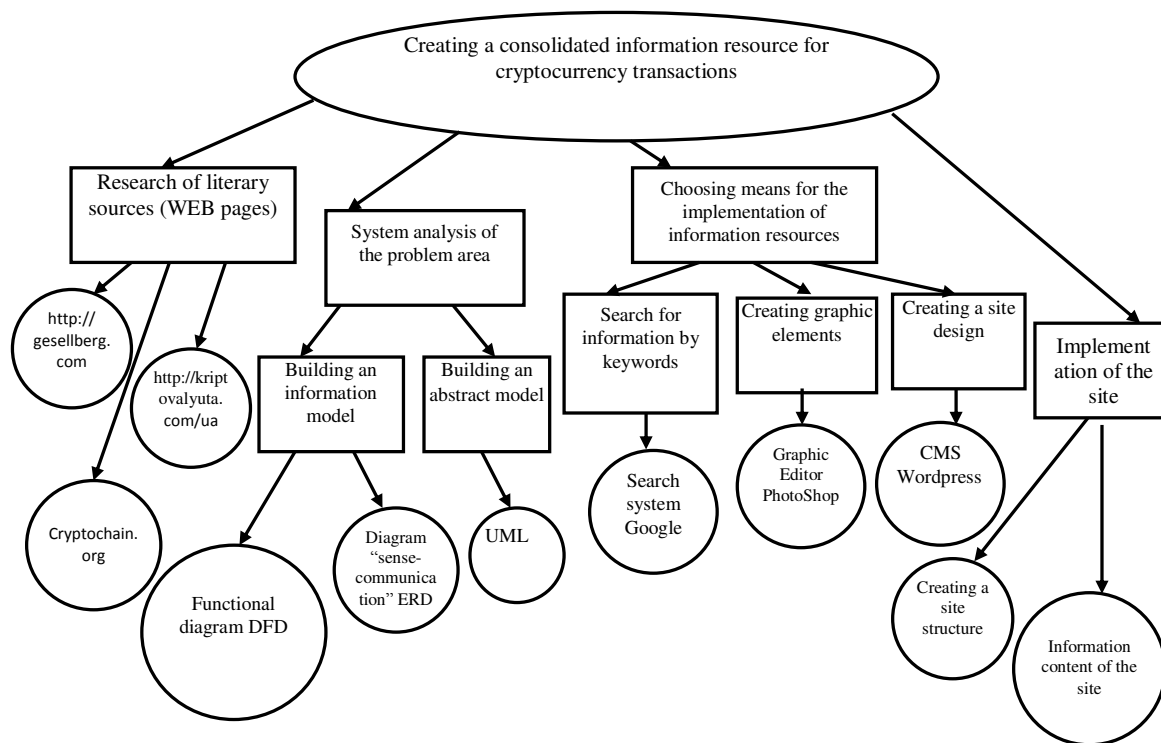
cryptocurrency; information about the existing cryptocurrency exchanges and news from them; information about available fraudulent sites.

Free content management system – WordPress was chosen for the practical implementation of the task, which easily and quickly creates a fully functioning website. It contains a large number of third-party plugins that will ensure the efficient creation of a consolidated information resource. It includes a management system for relational databases MySQL, which is a public DBMS with support for many programming languages. To find information and consolidate it from the known internet sources, the manual method will first be selected. The next step to fill the site will be the use of parsing donor sites that are used in our research.

**Presentation of research material**

The system analysis establishes a sequence of actions between the structural elements of the investigated consolidated resource in the process of working with cryptocurrency. It allows distributing the problem on simple elements.

Therefore, in order to create such a CIR an objective tree is used Fig.1. It helps to concretely and consistently establish its basic forms. The objective tree connects the purpose and the task at each hierarchical level. The main objective corresponds to the top of the tree, and in its branches there are tasks that will allow achieving the objective of the upper level.



**Fig. 1. The objective tree of CIR**

We consider the process of modeling a consolidated information resource, using information models in the UML language. Such a model is a diagram of usage options Fig. 2.

We apply this diagram to specify the general peculiarities of the behaviour of the projected system without considering the internal structure of this system. The actors of this system will be three subjects, one of which is a miner, that is the one who obtains cryptocurrency, the second is the one who buys cryptocurrency, having as his aim its accumulation, and in the future he can become the consumer of the goods for the cryptocurrency, and the third is the one who sells the goods or services for cryptocurrency.

Each actor interacts with the consolidated information resource and is its user, that is, they all apply to obtain the information they need.

The miners, both beginners and experienced ones, receive operational information from the site about means of obtaining cryptocurrency through individual mining on their own equipment or in cloud-based services. They also learn about existing trading platforms (exchanges) and cryptocurrency courses on their basis.

The buyers of cryptocurrency get information about the existing exchanges, the types of cryptocurrency on them and their quotes.

The sellers of goods or services for the cryptocurrency post information about themselves on the consolidated information resource.



Next, in our research we used data flow diagrams (DFDs) that are considered to be the main means for modeling projected systems [4].

The first was the contextual diagram of the highest level in which the external main points were found out: an administrator creates pages of users, edits the blog and articles, manages web-users, publishes the given comments and also deletes them; a user looks for interesting for him posts on various collective blogs, he has the right to view and comment on the records of other users, to change his account or profile. From the user to the CIR requests are received (an incoming stream), and publications are returned back (an output stream). From the administrator to the CIR the content for the update is received (an incoming stream), and visit statistics is returned back (an output stream).

Further, in our studies we performed a selection of sources (books, WEB-pages) containing the information with the answer needed to solve the problem, and then we determined the type of sources and the way of organizing the approach to them. In developing a strategy for consolidating information we need to consider the type of data source location, its position and availability on a local or remote server [2].

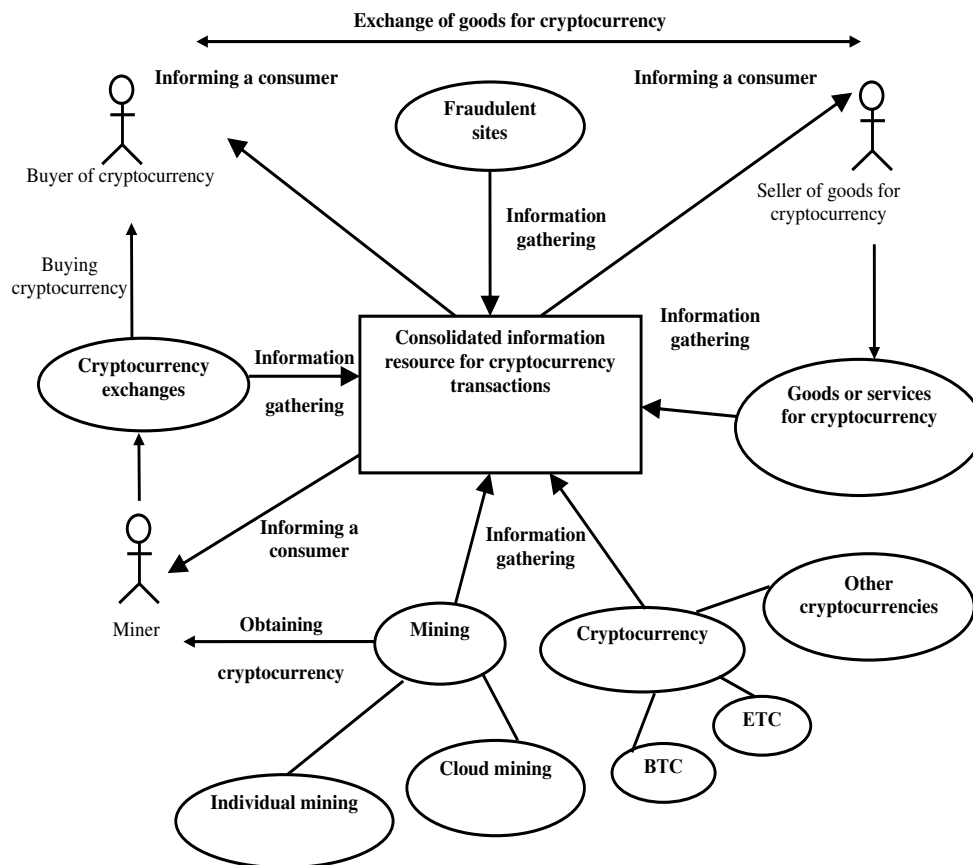


Fig. 2. The diagram of usage options

Another method of gathering information is using free widgets or informers, provided that the site owner returns the link back to the donor website. They improve the appearance of the site and provide a visitor with additional useful information about real-time cryptocurrency courses. The graphic capabilities of an informer allow customizing it, taking into account the style of the consolidated information resource [3].

When using manual search of relevant information from the world of cryptocurrency, periodical visits to donor sites are expected. After finding a new article, it is possible to copy it manually to the clipboard of a personal computer and paste it in an own informsource. However, an alternative to manual search of the interesting for the site visitor information is the parsing of third-party WEB-resources. Parsing is an effective solution to the problem of automated gathering and change of available information [3-6].

The consequence of successful implementation of CIR is creating a dynamic site based on content management systems. CMS WordPress [7] was chosen when creating CIR for cryptocurrency transactions, which makes it easy to insert text fragments directly from MS Word into WEB pages.

The means of expanding WordPress is installing additional free plugins from third-party sites.

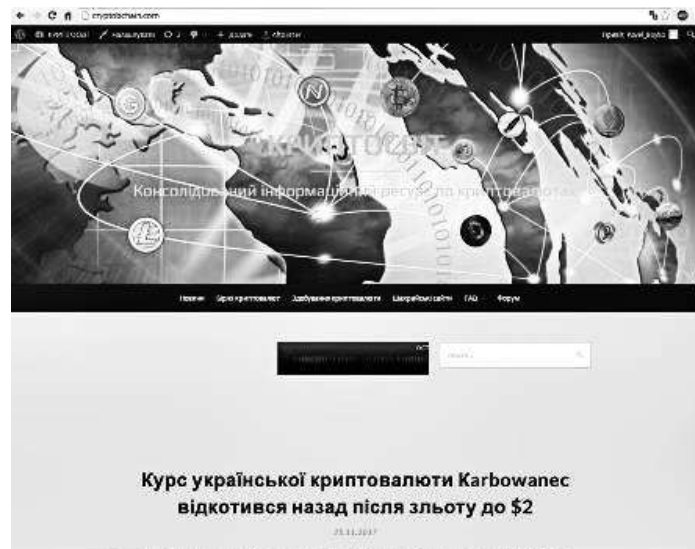
TablePress allows creating (without requiring special knowledge of HTML) and managing the content of tables on the site. The user-friendly interface makes it easy to edit the table data, which can contain text, numbers, formulas, even HTML (pictures or links). An additional JavaScript library can be used to add functions: sorting, highlighting, filtering, etc. [8].

Asgaros Forum is filled with dozens of functions and will allow creating a forum for visitors. Contact form designer Contact Form 7 organizes the connection between the administrator and the site visitor. Plugin - DW Question Answer will be used to build a system for answering questions and connecting with the visitor. Plugin - TablePress will allow inserting multifunction tables in the posts and WEB pages without the need to write their code, since in the standard version of WordPress tables are not provided. Plugin - wpDiscuz will allow the website visitors to discuss, vote for comments and share them with each other [9-10].

In order to verify if the consolidated resource for transactions with cryptocurrency works properly and in order to use it easy, we will carry out a trial check of all possible functions of the WEB site. Login to the site is possible from all known WEB browsers, because it is indexed by search engines. The direct access to the site is also possible through the link Cryptobchain.com.

At first the visitor sees “Static Home Page” with the latest blog post in Fig. 3.

When going to the News page, the visitor can see the previous blog news. The “Cryptocurrency Exchanges” page provides relevant information on their rate in relation to USD and a table describing known cryptocurrency exchanges to which hypertext markers lead.



**Fig. 3. A home page with a widget in the form of a running currency exchange band and a search form widget**

On the “Obtaining cryptocurrency” page, the ways to earn cryptocurrency in cloud-based services are considered and an example of getting BTC in one of these services is given. The page “Fraudulent Sites” provides a description of a typical site, on which someone disguised as a miner tries to gain bitcoins from a trusting visitor by deceit, as well as a list of fraudulent sites that are better not to visit.

### Conclusions

The created information site “Cryptoworld” is easy to use and coincides with the general rules for creating an information system. It has a blog structure for Internet users. “Forum”, “Question/Answer” and “Feedback” pages serve the communication needs of visitors. Such a Ukrainian-speaking site can be considered quite of a high quality and popular in the Internet community.

### References

1. Crypto exchange exchanges [Electronic resource]. – Access mode: URL: [https://ru.bitcoinwiki.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%80%D0%B6%D0%B8?mobileaction=toggle\\_view\\_desktop](https://ru.bitcoinwiki.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%80%D0%B6%D0%B8?mobileaction=toggle_view_desktop) - Title from the screen.
2. Introduction to Regular Expressions. Syntax. [Electronic resource]. – Access mode: URL: <http://www.php.su/articles/?cat=regexp&page=006>. – Title from the screen.
3. Informers and widgets for the site [Electronic resource] – Access mode [https://nubex.ru/blog/timur\\_garaev/informer/](https://nubex.ru/blog/timur_garaev/informer/) - Title from the screen.

4. Zhezhnych P.I. Tekhnologii informatsiynogo menedzhmentu: navch.posib./ P.I. Zhezhnych. – Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi Politekhniky, 2010. – 260 s. (Seriya “Kobsolidovana informatsiya”, vyp.6)
5. Consolidation of data - key concepts [Electronic resource] - Electronic data. - Access mode: <http://www.cfin.ru/itm/olap/cons.shtml>
6. Makarov V. Parsing of html-sites using PHP, Ruby, Python / V. Makarov // Proud member: Web-page. - <http://parsing.valemak.com/>. – Title from the screen
7. The ETL process [Electronic resource]. - Access mode: URL: <https://basegroup.ru/community/glossary/etl> - Title from the screen.
8. Regular expressions in PHP. Basic syntax of regular expressions of PHP [Electronic resource]. - Access mode: URL: <http://learn-daily.org/ua/regular-expressions-php/1-basic-syntax-regular-expressions-php.html>. – Title from the screen.
9. Forex-informers widget developer website [Electronic resource] - Access mode: [http://www.forex-informers.ru/install\\_informer](http://www.forex-informers.ru/install_informer)

УДК 004.056.55:004.421.5

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.16](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.16)

T.A. LEVITSKAYA

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol

ORCID: 0000-0003-3359-1313

A.V. YABLOKOVA

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol

ORCID: 0000-0002-4322-9994

## A CRYPTOSYSTEM BASED ON A MATHEMATICAL MODEL OF CHAOTIC OSCILLATIONS GENERATED ON THE BASIS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

*At the present time, when widespread and easily accessible technical means are used for the transmission and storage of any data, the protection of information from violations of its confidentiality, integrity, and accessibility is one of the most important problems. The transmitted data can be influenced by the transmission environment or external (information system) environment, as well as various actions of attackers aimed at interception, damage to information. Encryption of transmitted data is one of the methods of protection against malicious attacks. This article is devoted to justification of the use of cryptosystems based on mathematical model of the chaos generator, proposed by Leon Chua in 1983, describing the principles of implementing cryptoalgorithm and prospects of its application. Chaos generator cryptosystems have a number of advantages over symmetric systems and public key systems (the latter are usually used in the form of hybrid cryptosystems when encrypting information), the main problem of which is the length of the key, and as a result - its repeatability. The length of the key obtained from the chaos generator is practically unlimited and each generator can create different processes, which, with a slight change in the initial conditions, make it difficult to determine the structure of the generator. There were described the problems of traditional cryptosystems, the theory of cryptostability, absolutely and computationally stable ciphers, a separate theoretical method for solving the problem of increasing the cryptostability of hybrid computationally stable systems by including a mathematical model of the chaos generator as a key generator for encrypting the data that is transmitted. The scientific novelty of this study is the developed method of applying the mathematical model of the chaos generator "Chua scheme" as the main component of the hybrid cryptosystem, where the chaos generator is used as a source of public and private keys of the asymmetric encryption algorithm and the key of the symmetric algorithm, which is directly used for data encryption. Recommendations and requirements for the implementation of the cryptosystem on the chaos generator "Chua scheme" are described.*

*Keywords: chaos generator, mathematical model, Chua circuit, encryption, cryptography, information security, deterministic chaos.*

Т.О. ЛЕВИЦЬКА

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

м. Маріуполь

ORCID: 0000-0003-3359-1313

А.В. ЯБЛОКОВА

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

м. Маріуполь

ORCID: 0000-0002-4322-9994

## КРИПТОСИСТЕМА НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ ГЕНЕРОВАНИХ НА БАЗІ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ РІВНЯНЬ

*У нинішній час, коли для передачі і зберігання будь-яких даних використовуються поширені легко доступні технічні засоби, питання захисту інформації від порушення її конфіденційності, цілісності, а також доступності є однією з найважливіших проблем. На передані дані можуть впливати середовище передачі або зовнішнє (щодо інформаційної системи) середовище, а також різні дії зловмисників, націлені на перехоплення, пошкодження інформації. Шифрування переданих даних є одним з методів захисту від атак зловмисників. Дана стаття присвячена обґрунтуванню застосування криптосистеми, заснованої на математичній моделі генератора хаосу, запропонованого Леоном Чуа у 1983 році, опису принципів реалізації криптоалгоритму та перспективам його застосування. Криптосистеми на генераторах хаосу мають ряд переваг над симетричними системами і системами з відкритим ключем (останні при шифруванні інформації зазвичай використовуються в формі гібридних криптосистем), головною проблемою яких є довжина ключа, а в результаті - його повторюваність.*

Довжина ключа, отриманого від генератора хаосу, практично не обмежена і кожен генератор може створювати різні процеси, які при незначній зміні початкових умов, ускладнюють визначення структури генератора. Розглянуто проблеми традиційних криптосистем, теорії криптостійкості, абсолютно і обчислювально стійких шифрів, окремий теоретичний метод вирішення питання збільшення криптостійкості гібридних обчислювально стійких систем за допомогою включення в них математичної моделі генератора хаосу в якості генератора ключа для шифрування даних, що передаються. Науковою новизною даного дослідження є розроблений метод застосування математичної моделі генератора хаосу «схема Чуа» в якості основного компонента гібридної криптосистеми, де генератор хаосу застосован як джерело відкритого і закритого ключів асиметричного алгоритму шифрування і ключа симетричного алгоритму, безпосередньо використовується для шифрування даних. Описано рекомендації та вимоги щодо реалізації криптосистеми на генераторі хаосу «схема Чуа».

Ключевые слова: генератор хаоса, математическая модель, схема Чуа, шифрование, криптография, защита информации, детерминированный хаос.

Т.А. ЛЕВИЦКАЯ

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»  
г. Мариуполь

ORCID: 0000-0003-3359-1313

А.В. ЯБЛОКОВА

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»  
г. Мариуполь

ORCID: 0000-0002-4322-9994

### КРИПТОСИСТЕМА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ СГЕНЕРИРОВАННЫХ НА БАЗЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В нынешнее время, когда для передачи и хранения любых данных используются распространенные и легко доступные технические средства, вопросы защиты информации от нарушения ее конфиденциальности, целостности, а также доступности является одной из важнейших проблем. На переданные данные могут влиять среда передачи или внешнее (информационной системы) среда, а также различные действия злоумышленников, нацелены на перехват, повреждение информации. Шифрование передаваемых данных является одним из методов защиты от атак злоумышленников. Данная статья посвящена обоснованию применения криптосистемы, основанной на математической модели генератора хаоса, предложенного Леоном Чуа в 1983 году, описания принципов реализации криптоалгоритма и перспективам его применения. Криптосистемы на генераторах хаоса имеют ряд преимуществ перед симметричными системами и системами с открытым ключом (последние при шифровании информации обычно используются в форме гибридных криптосистем), главной проблемой которых является длина ключа, а в результате - его повторяемость. Длина ключа, полученного от генератора хаоса, практически не ограничено и каждый генератор может создавать различные процессы, которые при незначительном изменении начальных условий, затрудняют определение структуры генератора. Рассмотрены проблемы традиционных криптосистем, теории криптостойкости, абсолютно и вычислительно стойких шифров, отдельный теоретический метод решения вопроса увеличения криптостойкости гибридных вычислительно стойких систем посредством включения в них математической модели генератора хаоса в качестве генератора ключа для шифрования данных, которые передаются. Научной новизной данного исследования является разработанный метод применения математической модели генератора хаоса «схема Чуа» в качестве основного компонента гибридной криптосистемы, где генератор хаоса застосован как источник открытого и закрытого ключей асимметричного алгоритма шифрования и ключа симметричного алгоритма, непосредственно используется для шифрования данных. Описаны рекомендации и требования по реализации криптосистемы на генераторе хаоса «схема Чуа».

Ключові слова: генератор хаосу, математична модель, схема Чуа, шифрування, криптографія, захист інформації, детермінований хаос.

#### Problem statement

Protection of information from violation of its confidentiality, integrity, and availability is one of the most important problems of the present time, when technical means are used to transfer any data, which can be exposed to an unauthorized access. Encryption is one of the methods of protecting the transmitted data from attacks and unpredictability of the environment. Data encryption allows to confirm their integrity, ensure confidentiality and availability of information for the final recipient. Modern cryptography is characterized by

open encryption algorithms that involve the use of computational tools. There is a key of a certain length in this case and a set of relatively simple transformations, so-called cryptographic primitives, such as bitshift, gaming, etc. However, due to the nature of these cryptosystems, there are a large number of methods to decrypt the information encoded by them.

#### Analysis of recent research and publications

One of the main problems of traditional cryptosystems is that, eventually, the sequence of operations of encryption of the information flow begins to repeat (the key length is limited), and this leads to the fact that the sequence can be disclosed by a third party, and the flow is decrypted. This disadvantage is deprived of absolutely stable ciphers that satisfy a number of the following requirements [1]:

- a key is generated for each block of encrypted data (each key is used only once);
- the key is statistically reliable (the probabilities of occurrence of each of the possible symbols are equal, the symbols in the key sequence are independent and random);
- the key length is equal to or greater than the length of the encrypted data;
- the original (open) text has some redundancy (which is the criterion for evaluating the correctness of the decryption).

The durability of these systems does not depend on the computational capabilities of the cryptanalyst. However, the practical usage of absolutely stable systems is limited due to the complexity and cost of their implementation, so in cryptographic systems, computationally stable systems are mainly used.

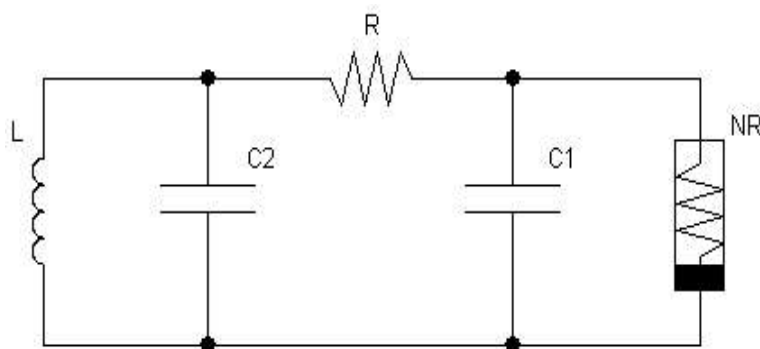
A computing-resistant system is a system that has the potential to crack a cipher, but only with selected parameters and encryption keys. The durability of such systems depends on the computational capabilities of the cryptanalyst. The use of chaos generators, which have complex, unpredictable and highly dependent on the initial parameters behavior, as a component of a computationally stable hybrid cryptosystem can significantly increase the cryptographic stability of the cipher. The idea of using chaos generators in signal transmission is not new. Experiments on encryption and decryption of signals by such methods, conducted in the 90s of the 20th century, showed the prospects, attractiveness and effectiveness of the use of chaotic generators in confidential communication systems [2].

#### Formulation of the aim of work

Formulation of the aim of work is to justify the creation of a cryptosystem based on a mathematical model of a chaos generator (an electric circuit demonstrating chaotic oscillation modes), proposed by Leon Chua in 1983 [3], and to describe the prospects for its application.

#### Presentation of the main material

Cryptosystems based on chaos generators have a number of advantages over symmetric systems and public key systems (the latter are used in the form of hybrid cryptosystems when encrypting information), the main problem of which, as mentioned earlier, is the length of the key, and as a result – its repeatability. The length of the key obtained with the help of the chaos generator is practically unlimited, and due to the fact that the same chaotic generator can create completely different processes with a slight change in the initial conditions, it is much more difficult to determine the structure of the generator and predict the process for a long time [4], which allows you to create a hacking-resistant system with a high level of reliability.



**Fig. 1. The Chua Circuit. L, R, C1, and C2 are passive elements, NR is a nonlinear resistor (Chua's diode)**

The prospects for the use of chaos generators, in particular the Chua scheme, which will be discussed later, for the protection of transmitted information lies in three features of chaotic processes [4]:

- a chaotic signal has a periodic, continuous spectrum that occupies a sufficiently wide band, and its form can be set;

- the irregularity and unpredictability of the behavior of the chaotic signal, as well as the ability of the chaos generator to create completely different processes with a very slight change in the initial conditions, greatly complicates the prediction of the process for any long time;

- due to the irregularity of chaotic signals, their autocorrelation function quickly fades, which also complicates the prediction of the generation process and the determination of the generator structure.

Due to the fact that the Chua scheme is one of the simplest chaos generators (it is described by only three differential equations and at the same time has a rather complex behavior peculiar to chaos generators), it was chosen for the information encryption system.

As shown in fig. 1, a Chua circuit consists of two capacitors, one inductor, a linear resistor, and a nonlinear negative resistance resistor (commonly called a Chua diode), which in reality can be represented by a circuit complication based on operational amplifiers, inverters, or using a tunnel diode [3].

The Chua scheme is described by the following system of equations [5]:

$$\begin{cases} C_1 \frac{dv_{C_1}}{dt} = G(v_{C_2} - v_{C_1}) - g(v_{C_1}) \\ C_2 \frac{dv_{C_2}}{dt} = G(v_{C_1} - v_{C_2}) - i_L \\ L \frac{di_L}{dt} = -v_{C_2} \end{cases}$$

where  $g(v_{C_1})$  – piece-linear function defined as:

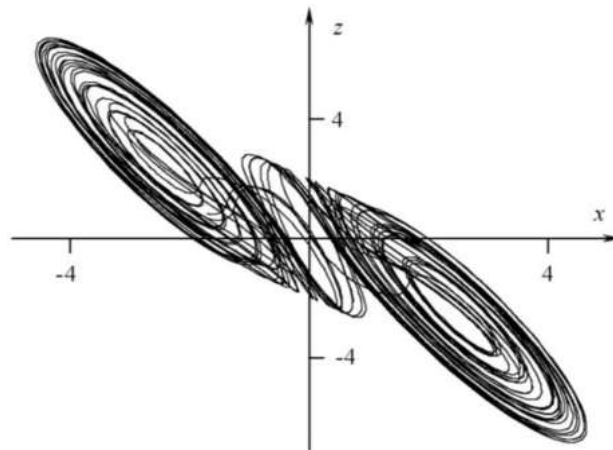
$$g(v_{C_1}) = G_b v_{C_1} + \frac{1}{2}(G_a - G_b)(|v_{C_1} + E| - |v_{C_1} - E|)$$

After replacing the coefficients in the system of equations with dimensionless ones, the system will take the following form [5]:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a(y - x - h(x)) \\ \frac{dy}{dt} = x - y + z \\ \frac{dz}{dt} = -\beta y \end{cases}$$

where  $h(x)$  defined as:  $g(v_{C_1}) = G_b v_{C_1} + \frac{1}{2}(G_a - G_b)(|v_{C_1} + E| - |v_{C_1} - E|)$

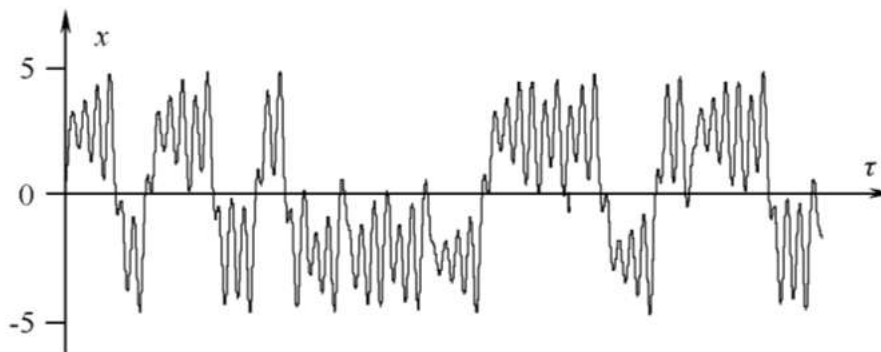
The numerical solution of these equations shows that at certain ratios between the components of the chain, the change in the values of variables in time becomes chaotic, a strange attractor of the form "double curl" appears, shown in fig. 2 (the case for the model with dimensionless coefficients) [5].



**Fig. 2. The Attractor of the “double curl”**

The trajectory of such an attractor is non-periodic and the mode of operation is unstable, as a result of which even small deviations of the parameters cause significant changes. The result of this behavior is the nonperiodicity in time of any of the coordinates of the system, the continuous spectrum and the time-decreasing autocorrelation function. This causes the chaotic dynamics of strange attractors, namely, indicates that the prediction of the trajectory that hit the attractor is difficult, since a small inaccuracy in the initial data after some time can lead to a strong discrepancy between the forecast and the real trajectory.

Fig. 3. shows one of the possible time dependences of the change in the value of  $x$  for a model with dimensionless coefficients [5].



**Fig. 3. Time dependence of x change**

The time dependence of the change  $x$  is one of the parameters that can be used in the cryptosystem to encrypt the transmitted information, for example, by imposing a chaotic signal on the information gamming. In General, encryption can be performed using several algorithms [2]:

- chaotic masking-the information signal is summed with the chaotic signal;
- mode switching-the logical zero is encoded by one type of chaotic signal (for example, the received value of  $x$ ), the logical unit is encoded by another (for example, the value of  $y$ );
- nonlinear mixing-the information signal is involved in the formation of the chaotic signal itself.

In the case of the first two algorithms, it is assumed that the parameters of the beginning of key generation by the cryptosystem are chosen randomly to ensure the uniqueness of the key for each block of encrypted data. This implies the need for secure transmission of this data to the receiving side to synchronize the generators.

The solution of the problem of transmitting the parameters of the beginning of key generation (time parameter  $t$ , parameters of virtual capacitors  $x$ ,  $y$  and inductance  $z$ , or one or more of these parameters) involves the use of asynchronous encryption algorithms, effective and reliable for these purposes due to the small length of the transmitted parameters.

In the case of nonlinear mixing, it is possible to partially refuse to transfer the synchronization parameters of the generators, for example, to transfer only the parameter that was not used to encrypt the data block. Nonlinear mixing and chaotic masking are best used to encrypt data presented in bitwise form in order to



compress it, since the omission of bit zero in the decryption process will be easy to detect due to the continuity of the generator function. However, data compression features are not within the scope of this article.

You can use a mixture of the above encryption algorithms.

It is necessary to take into account the probability of turning the parameter superimposed on the information signal to zero or getting zero as a result of nonlinear mixing, because depending on the implementation of the mathematical model of the Chua scheme and the encryption algorithm, there is a probability of turning the encrypted data fragment to zero, which can lead to data loss.

The use of asynchronous encryption algorithms defines this system as a hybrid cryptosystem and allows you to use the best features of both methods of information security, asynchronous encryption and encryption on the chaos generator.

The system can be used to encrypt any kind of information.

Based on the above analysis, a software module used in the encrypted text message transmission system was developed and implemented. The sequence diagram of the use case "Read message" of this system is shown in fig. 4.

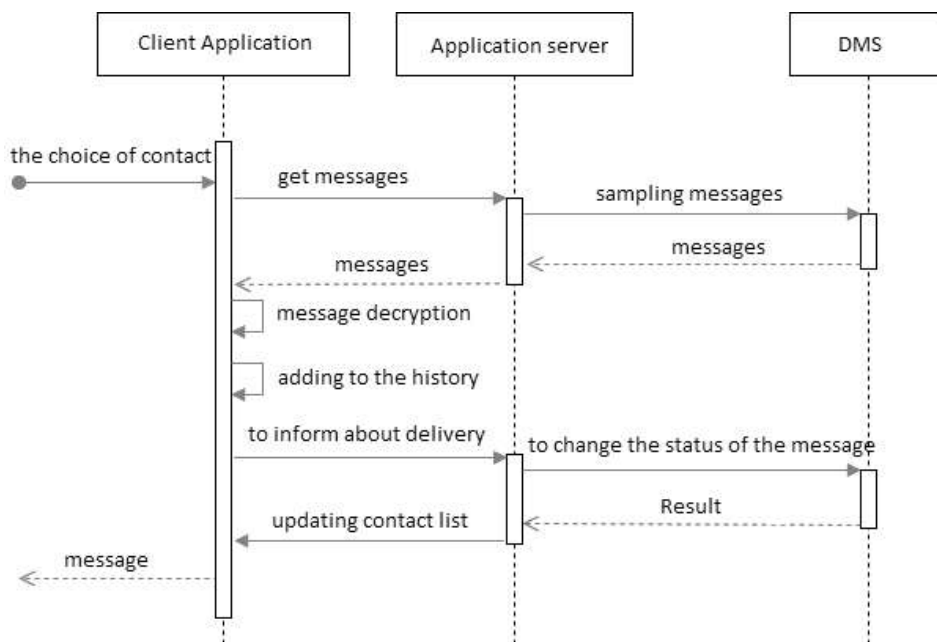


Fig. 4. Sequence Diagram for the "Read message" use case

As it can be seen from the sequence in the diagram, the cryptosystem module was included in the client application. The application server and DBMS are not involved in the process of encrypting and decrypting messages and are only used to provide communication and data transfer between clients.

Due to the use of the chaotic masking algorithm in the module, based on the exclusive "OR" operation (XOR), the same function was used for encryption and decryption, since XOR allows both to mix the key to the data and delete it without changes in the code (unlike, for example, the addition "And" operation, which requires further subtraction to restore the original message).

Synchronization of client application cryptosystems is performed using a session key (in this case, the time parameter  $t$  of the chaos generator), transmitted by the asymmetric encryption method.

#### Conclusion

The review of the literary data, the analysis of publications and researches shows the prospects of creation and application of cryptosystems on chaos generators, in particular on the basis of the Chua scheme. This scheme has typical chaos generators behavior and properties combined with relative ease of implementation. Based on the theory of cryptographic strength of ciphers, systems on chaos generators are the closest to absolutely stable, since the key length can significantly exceed the message length and the uniqueness of its sequence is also high.

On the basis of the analysis, recommendations for the creation of cryptosystems using chaos generators were proposed and substantiated, and a cryptosystem module used in the transmission of encrypted messages was developed.

The objectives of further research is to improve the existing cryptosystem, including changing and improving the mathematical model of the generator used.

**References**

1. Kocarev, L. & Lian, S. (2011). *Chaos-Based Cryptography Theory, Algorithms and Applications*. Springer-Verlag, ISBN 978-3-642-20541-5, Berlin, Germany.
2. Chua, L. O.; Wu, C. W.; Huang, A. & Zhong (1993). A universal circuit for studying and generating chaos. I. Routes to chaos. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, Vol.40, No.10, (October 1993), pp. 732-744, ISSN 1057-7122
3. Yang, T.; Chai, W. W. & Chua, L. O. (1997). Cryptography based on chaotic systems. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, Vol.44, No.5, (May 1997), pp. 469 - 472, ISSN 1057-7122.
4. Kennedy, M. P. (1994). Chaos in the Colpitts oscillator. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, Vol.41, No.11, (November 1994), pp. 771-774, ISSN 1057-7122.
5. Šalamon, M. & Dogša, T. (1995). Analysis of chaos in the Chua's oscillator. *Electrotechnical review: journal of electrical engineering and computer science*, Vol.62, No.1, (October 1995), pp. 50-58, ISSN 0013-5852.

УДК 004.986

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.17](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.17)

В.Г. ШЕРСТЮК

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-9096-2582

І.В. СОКОЛ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-7324-1441

Р.Н. ЛЕВКІВСЬКИЙ

Херсонська державна морська академія  
ORCID: 0000-0003-3114-179X

## ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРЕЦЕДЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ И ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

*В данной работе рассмотрены динамические прецедентные системы, относящиеся к классу интеллектуальных систем поддержки принятия решений, основанных на ситуационном подходе. Исследованы динамические предметные области, проведен анализ их особенностей. Предложен теоретический подход для адекватного описания динамики предметной области на уровне прецедентов и проблемных ситуаций. Выявлена необходимость учета динамики описания ситуации и прецедентов, неполноты, неточности и неопределенности описания прецедентов, а также требование ослабления вовлеченности лиц, принимающих решения, в процесс поиска и принятия решений. Показано, что прецедент необходимо рассматривать как развивающийся во времени процесс, причем анализировать необходимо полное множество одновременно протекающих в динамической системе процессов, а наблюдения могут поступать из различных источников, возможно, с некоторым запаздыванием относительно момента свершения реального события. Представлена классификация динамических прецедентных систем по формату исходной информации и по формату решения. Сформулированы требования к динамическим прецедентным системам при решении задач управления в динамических предметных областях. Предложены схемы реализации динамических прецедентных систем, показано, что для решения задач управления в сложных динамических системах целесообразно использовать гибридные динамические прецедентные системы, реализованные по схеме «ситуация + поток событий»-«план»-«сценарий»-«управляющее воздействие» либо «ситуация + граф»-«план»-«сценарий»-«действие», и обеспечивающие механизмы адаптации и верификации на уровне сценариев. Результаты работы позволяют использовать прецедентный подход при решении трудноформализуемых задач в динамических предметных областях.*

*Ключевые слова:* динамическая предметная область, сложная динамическая система, динамический объект, параметр, прецедентная система, схема, решение, проблемная ситуация.

В.Г. ШЕРСТЮК

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-9096-2582

І.В. СОКОЛ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-7324-1441

Р.М. ЛЕВКІВСЬКИЙ

Херсонська державна морська академія  
ORCID: 0000-0003-3114-179X

## ДИНАМІЧНІ ПРЕЦЕДЕНТНІ СИСТЕМИ: КЛАСИФІКАЦІЯ І ВИМОГИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ УПРАВЛІННЯ

*У даній роботі розглянуто динамічні прецедентні системи, що відносяться до класу інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, заснованих на ситуаційному підході. Досліджено динамічні предметні області, проведено аналіз їх особливостей. Запропоновано теоретичний підхід для адекватного опису динаміки предметної області на рівні прецедентів і проблемних ситуацій. Виявлено необхідність врахування динаміки опису ситуації і прецедентів, неповноти, неточності і невизначеності опису прецедентів, а також вимога ослаблення залученості осіб, які приймають рішення, до процесу пошуку і прийняття рішень. Показано, що прецедент необхідно розглядати як процес, що розвивається в часі, причому аналізувати необхідно повну множину процесів, які одночасно виникають в динамічній системі, а спостереження можуть надходити з різних джерел, можливо, з певним запізненням щодо моменту звершення реальної події. Представлено класифікацію*

динамічних прецедентних систем за форматом вихідної інформації і за форматом рішення. Сформульовано вимоги до динамічних прецедентних систем при вирішенні завдань управління в динамічних предметних областях. Запропоновано схеми реалізації динамічних прецедентних систем, показано, що для вирішення задач управління в складних динамічних системах доцільно використовувати гібридні динамічні прецедентні системи, реалізовані за схемою «ситуація + потік подій» - «план» - «сценарій» - «керуючий вплив» або «ситуація + граф»-«план»-«сценарій»-«дія», такі, що забезпечують механізм адаптації та верифікації на рівні сценаріїв. Результати роботи дозволяють використовувати прецедентний підхід при вирішенні важкоформалізованих задач в динамічних предметних областях.

Ключові слова: динамічна предметна область, складна динамічна система, динамічний об'єкт, параметр, прецедентна система, схема, рішення, проблемна ситуація.

V.G. SHERSTJUK

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-9096-2582

I.V. SOKOL

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-7324-1441

R.N. LEVKIVSKYI

Kherson State Maritime Academy  
ORCID: 0000-0003-3114-179X

### DYNAMIC CASE-BASED SYSTEMS: CLASSIFICATION AND REQUIREMENTS FOR SOLVING CONTROL PROBLEMS

*This work presents dynamic case-based systems considered as a class of intelligent decision support systems based on a situational approach. Dynamic domains are investigated, their features are analyzed. A theoretical approach is proposed for an adequate description of the domain dynamics at the case and problem situation levels. The necessity of considering dynamics of problem situations and case descriptions, the incompleteness, inaccuracy and uncertainty of case descriptions, as well as the requirement of weakening the involvement of decision-makers in the case search and decision-making process, is revealed. It is shown that the case must be considered as a process developing in time, and it is necessary to analyze the full set of processes simultaneously occurring in the dynamic system, so that observations can come from various sources and possibly with some delay with respect to the moment of a real event occurrence. The classification of dynamic case-based systems according to the format of the initial information and the format of the solution is presented. The requirements to dynamic case-based systems are formulated for solving various control problems in dynamic domains. The schemes for implementing dynamic case-based systems are proposed; it is shown that for solving control problems in complex dynamic systems it is advisable to use hybrid dynamic case-based systems implemented according to the schemes "situation + flow of events" → "plan" → "scenario" → "control actions" or "situation + graph" → "plan" → "scenario" → "action" providing a mechanism for adaptation and verification at the scenario level. The results of the work make it possible to use a case-based approach to solve weak problems in dynamic domains.*

*Keywords: dynamic domain, complex dynamic system, dynamic object, parameter, case-based system, scheme, solution, problem situation.*

#### Постановка проблеми

В настоящее время прецедентные системы (ПС), представляющие особый класс интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР), основанных на ситуационном подходе, достаточно изучены и активно развиваются. На сегодняшний день разработаны десятки моделей и механизмов вывода по прецедентам [1], а наиболее удачные ПС используются для решения широкого круга практических задач в условиях неполноты и неопределенности исходных данных.

В то же время, как известно, в подавляющем большинстве ПС являются по сути ИСППР статического типа, основанными на детально и прозрачно описанных прецедентах с четко обозначенными границами, заданными множеством достоверных, но статичных параметров проблемной ситуации. Таким образом, если в ПО преобладают статичные объекты, а процессы относятся к категории достаточно медленно изменяющихся, прецедентный подход к решению большинства практических задач управления, планирования, диагностики и т.д. является вполне адекватным. Однако, как только проистекающие процессы начинают демонстрировать некоторую динамику, исходные данные изменяются в более быстром темпе, чем позволяет время, необходимое для поиска решений в ПС, что приводит к запаздыванию получаемых решений относительно проблемной ситуации [2].

Кроме того, подавляющее большинство ПС предназначены для решения различных задач в интерактивном режиме, при непосредственном участии лиц, принимающих решения (ЛПР), которые

«помогають» ПС виконувати отбор уместных прецедентов, производить адаптацию и верификацию решений, оценивать полезность найденных решений и необходимость их сохранения на будущее. Естественно, включение человека в контур поиска и принятия решений вносит в работу ПС дополнительные задержки и зависимость от психофизиологического состояния ЛПП.

Таким образом, при необходимости решения трудноформализуемых задач в динамических ПО трудности, связанные применением ПС, становятся непреодолимыми из-за особенностей классического прецедентного подхода. Известные попытки адаптировать ПС к условиям неполноты, неточности и неопределенности исходной информации и высокой динамики ситуаций в открытых слабоструктурированных ПО были противоречивыми – иногда действительно удавалось построить успешно работающие динамические ПС, но участие ЛПП в контуре поиска и принятия решений существенно ограничивало их практическое применение. Это, в свою очередь, сужало сферы применения ПС для сравнительно несложных задач в весьма узких ПО. В то же время, прецедентный подход хорош в тех случаях, когда задачи не могут быть решены с использованием других подходов, например в случае отсутствия адекватных и полных моделей, невозможности построить исчерпывающее множество правил и т.д. Но проблема состоит в том, что чем проще задача и уже ПО, тем больше возможности создать необходимые модели и требуемые правила, что нивелирует практическую полезность ПС.

Таким образом, существует очевидная проблема использования прецедентного подхода при решении трудноформализуемых задач в динамических ПО. Решение этой проблемы возможно с помощью разработки динамических прецедентных систем (ДПС), допускающих, во-первых, динамику описания ситуации и прецедентов, во-вторых, неполноту, неточность и неопределенность описания прецедентов, и, в-третьих, ослабление вовлеченности ЛПП в процесс поиска и принятия решений [3]. Для этого необходимо разработать новые модели и механизмы поиска и адаптации решений в ПС.

Статья посвящена вопросам исследования динамических ПО, классификации динамических ПС и выработки требований к их разработке.

#### **Анализ последних исследований и публикаций**

В классических ПС независимые друг от друга проблемные ситуации никогда не пересекаются во времени – в каждый момент времени ПС рассматривает только один прецедент, а сам прецедент не допускает возможности развития проблемной ситуации, являясь всего лишь статическим «снимком» значений определенных параметров ситуации в некоторый заданный момент времени [4]. Если описание проблемной ситуации изменяется быстрее, чем ПС успевает сформировать решение, то полученное решение может являться запоздалым. Во многих динамичных ПО запоздалое решение – это хуже, чем вообще отсутствие какого-либо решения [5].

С целью преодоления указанного недостатка в [6] была предложена концепция «непрерывных» ПС (Continuous CBR) для работы с ситуациями, развивающимися во времени. Их особенностью является циклическая, безостановочная организация процесса принятия решений, учитывающая динамику изменений внешней среды. Основанные на данном подходе ПС ACBARRS и SINS применяются для управления перемещением роботов. Их особенность состоит в том, что входная и выходная информация представлена векторами аналоговых величин, а динамика ситуации отражается упрощенно посредством изменения значений параметров; сами же прецеденты имеют слишком упрощенное представление и содержат прямые зависимости между значениями входных сигналов и соответствующими значениями выходных управляющих сигналов. К положительным свойствам «непрерывных» ПС относится их способность работать почти в реальном времени.

В [7] предложена концепция «беспрерывной» ПС (Ceaseless CBR), работающей в квазиреальном времени, и предназначенной для обработки распределенного во времени непрерывного потока сигналов, формируемого внешней средой. ИС Alba и SOID, разработанные на основе данной концепции, предназначены для решения достаточно узкой задачи обнаружения вторжений в компьютерные сети, в них используются статистические методы сравнения последовательностей сигналов. Это препятствует применению данного подхода в других ПО, где невозможно наработать соответствующую статистику. В то же время, к положительным сторонам концепции следует отнести адаптивность к условиям неточной, неполной и противоречивой исходной информации.

В [8] предложена концепция «прецедентов допустимого времени» для обработки протяженных во времени ситуаций. Для моделирования динамики в них используются совокупности временных рядов, включающих неточные и зашумленные данные. Данный подход позволяет представить эволюцию состояний динамической системы с помощью последовательности статических снимков числовых параметров во времени, на которые накладываются определенные ограничения. Однако, для зависимых переменных требуется наличие числовых оценок, которые далеко не всегда могут быть получены. Использование данного подхода в ИС Cseek и MNAOMIA показало его низкую эффективность в системах с изменяющимся составом и структурой, имеющих высокую динамику и отличающихся неточностью и неполнотой исходной информации [9].

В [10] для представления динамики ситуаций в прецедентах предложено использовать ситуационное исчисление SitCalc, однако, это исчисление является неразрешимым, поэтому получение решений за конечное время не гарантировано. Более того, сравнительно низкое быстродействие интерпретатора ограничивает использование данного подхода в системах с высокой динамикой процессов.

В [11] представлена идея «проворной» ПС (Agile CBR), преобразующей поступающие сигналы от различных коинцидентных источников в самоорганизующуюся структуру, в которой и производится поиск подобных фрагментов. Использование нелинейных методов поиска совпадений ограничивает быстродействие и приводит к сильной зависимости от особенностей ПО. В развитие данной идеи в [12] предложена концепция «отслеживающей» ПС (Trace CBR), основанная на графовом представлении «следа», оставляемого пользователем в процессе взаимодействия с компьютерной системой. Однако, чрезмерно высокий уровень интерактивности данного подхода ограничивает сферу его применения и препятствует использованию в быстродействующих ДПС.

В [13] для управления мобильными роботами представлен метод динамических окон с неявным представлением динамики, в [14] – метод связанных прецедентов, выражающих состояние динамической системы таким образом, что каждый очередной прецедент определен через предшествующий прецедент и действие, изменившее состояние системы. В сложных динамических системах это создает проблему неуправляемого роста размеров хранилища прецедентов.

В [15] представлены темпоральные расширения правдоподобного вывода на прецедентах с использованием метрической временной логики, для которой существует алгоритм вывода с полиномиальной оценкой сложности. Проблема вывода решается как задача согласования временных ограничений, а поиск подобных прецедентов производится на основе метода ближайшего соседа.

Общий анализ состояния работ в области исследования ДПС показывает, что вопросы анализа динамики процессов, протекающих в сложных динамических системах (СДС), и связанные с ними задачи диагностики, планирования, управления и предсказания нежелательных ситуаций исследованы фрагментарно, а полученные модели узкоспециализированы и малоэффективны.

Одной из основных проблем является не вполне адекватный способ моделирования динамики ПО – логический, в виде вектора параметров, временных рядов, потоков сигналов, графов, самоорганизующихся карт Кохонена, уравнений динамики, связанных списков и т.д., и ограниченность способов представления решений ПС векторами выходных параметров, выводами диагностики, логическими заключениями, элементарными действиями.

#### **Формулирование цели исследования**

На основе анализа существующих подходов можно сделать вывод, что в ДПС прецедент необходимо рассматривать как развивающийся во времени процесс, причем анализировать необходимо полное множество одновременно протекающих в СДС процессов. Это означает, что прецеденты могут быть зависимыми, «растянутыми», пересекаться во времени, а наблюдения могут поступать из различных источников, возможно, с некоторым запаздыванием относительно момента свершения реального события. Существенно, что рассмотрение множества наблюдаемых в СДС процессов в виде событий должно производиться параллельно, при этом необходим учет возможного изменения наблюдаемых параметров проблемной ситуации непосредственно в ходе поиска прецедента. Необходимо также ослабление временных зависимостей между связанными событиями, например, вместо четкой информации о временных интервалах использование приближенных либо нечетких оценок, а также установление порядка появления событий на качественном уровне.

Исходя из результатов анализа публикаций, в настоящее время отсутствует адекватный с точки зрения построения ДПС подход к отражению динамики ПО, и для построения ДПС необходимо разработать и обосновать соответствующий теоретический подход. Целью данной статьи является анализ особенностей динамических ПО и классификация ДПС по способу моделирования динамики ПО и способу представления решений, что позволит сформулировать требования к разработке ДПС и определить эффективные механизмы их функционирования.

#### **Изложение основного материала исследования**

Основой структуры всякой ПО являются объекты. Объекты имеют свойства и находятся в определенных отношениях, – это справедливо как для статичных, так и для динамичных ПО. Различие между ними, однако, проявляется в том, что структура статичной ПО со временем либо не изменяется, либо изменяется очень медленно, а в динамичной ПО и свойства объектов, и отношения между ними, и состав и структура самой ПО могут быть подвержены быстротечным изменениям. Поскольку объекты динамичной ПО эволюционируют во времени, их называют динамическими объектами (ДО).

В динамичных ПО может одновременно существовать множество СДС. В данной статье далее будем рассматривать СДС не в традиционном математическом, а в семантическом смысле, как некоторую абстракцию. ДПО будем определять с использованием двух существенных признаков – состава ее элементов и их взаимоотношений (рис. 1).

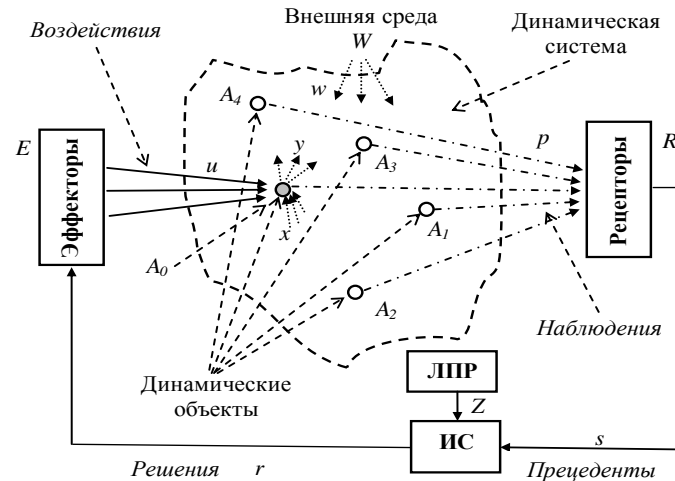


Рис. 1. Описание динамичной предметной области

В динамичной ПО все объекты или их часть являются динамическими. ДО будем рассматривать как некую сущность, имеющую:

- а) состояние;
- б) входы (точки приложения внешних воздействий, воспринимающие эти воздействия);
- в) выходы (точки, значения величин в которых характеризуют состояние объекта).

ДО реагирует на внешние воздействия изменением своего внутреннего состояния и выходных величин, характеризующих его состояние. И воздействие на ДО, и его реакция могут изменяться с течением времени. Они могут быть наблюдаемы, т.е. могут быть измерены соответствующими устройствами. Как правило, ДО имеет некоторую внутреннюю структуру, состоящую из взаимодействующих динамических элементов.

Динамические объекты отличаются от статических проявлением некоторой активности – они изменяют с течением времени свои свойства и отношения с другими объектами, оказывая тем самым влияние как на структуру СДС, так и на свойства и отношения других объектов. Существенно, что такие изменения могут быть не только реакцией на внешние по отношению к ДО воздействия (воздействий других объектов, внешней среды и т.п.), но и следствием самостоятельного выполнения объектом определенных действий.

Внешняя среда  $W$  воздействует на СДС и входящие в нее объекты. Ее воздействия  $w$ , как правило, носят стохастический характер. Каждый из ДО  $A_i$  имеет свои входы  $x$  и выходы  $y$ , а его активность обычно представляют как:

$$\bar{Y} = f(\bar{X}, \bar{W}),$$

где  $\bar{Y}$  – вектор выходов ДО,  $\bar{Y} = \overline{y_1, \dots, y_n}$  ;  
 $\bar{X}$  – вектор входов ДО,  $\bar{X} = \overline{x_1, \dots, x_m}$  ;  
 $\bar{W}$  – вектор внешних воздействий,  $\bar{W} = \overline{w_1, \dots, w_k}$  .

СДС может быть наблюдаемой полностью или частично. Обычно наблюдение осуществляется рецепторами  $R$  – датчиками или измерителями, фиксирующими состояния входов  $x$  всех или части объектов, а также самой СДС. Таким образом, в каждый момент времени с помощью рецепторов можно оценить значения множества параметров, прямо или косвенно отражающих свойства объектов, свойства отношений объектов, а также свойства самой СДС.

Активность ДО в СДС, как правило, управляема. Это означает, что существуют также эффекторы  $E$  – объекты (программы, устройства), которые осуществляют различного рода управляющие воздействия  $u$  на ДО, изменяя его свойства или отношения с другими объектами и СДС в целом. В результате приложения управляющих воздействий ДО изменяет свою активность, соответственно изменяется и его влияние на СДС. Управление активностью ДО осуществляется как:

$$\bar{U} = \Phi(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{W}),$$

где  $\bar{U}$  – вектор управления ДО,  $\bar{U} = \overline{u_1, \dots, u_l}$ .

Отображение  $\Phi$  обычно реализуется некоторой системой управления, в которую входит ДПС и/или ЛПР. В присутствии ЛПР СДС становится целенаправленной, причем ее цель предполагается установленной извне. Чтобы двигаться к установленной цели, СДС должна иметь соответствующие элементы – ДПС, рецепторы и эффекторы, и выполнять целевые действия, результаты которых являются ожидаемыми и прогнозируемыми только в структурированных ПО. Что касается слабоструктурированных и неструктурированных ПО, в них выполнение действия не всегда приводит к искомому результату из-за выявленных особенностей СДС: стохастичности внешних воздействий, неполной наблюдаемости, нелинейности ДО, нестационарности процессов и т.д. [16]. Именно в таких случаях функции управления частично или полностью берет на себя ЛПР.

Компенсация внешних воздействий обычно выполняется путем формирования управляющих воздействий на эффекторы ДО, что изменяет параметры активности самого ДО. Вследствие наличия внешних воздействий и необходимости их компенсации решение задачи управления в СДС представляет собой достаточно сложную проблему, в том числе из-за высокой размерности пространства принятия решений и взаимокорреляции поведения отдельных ДО в СДС.

Если известно отображение  $f$ , описывающее функционирование ДО (а известно оно только в структурированных ПО), на его основе можно построить математическую модель и получить решение с помощью методов теории управления. Если знание  $f$  неполно и неточно, но известно отображение  $\Phi$ , представляющее собой модель управления объектом, можно использовать методы теории ситуационного управления. Большинство динамичных ПО относится к классам слабоструктурированных и неструктурированных, и в них корректно построить отображение  $f$  не представляется возможным. Более того, при решении трудноформализуемых задач в слабоструктурированных и неструктурированных ПО зачастую невозможно построить и адекватное отображение  $\Phi$ . В то же время, ДПС могут решать различные задачи управления в динамичной ПО, рассматривая заданное подмножество значений параметров СДС как прецедент  $s$  (см. рис. 1). В результате поиска ДПС может найти решения  $r$ , которые, поступая на вход эффектора  $E$ , окажут необходимые воздействия на ДО и на СДС в целом. Эффективность и качество полученного решения  $r$  связаны не с адекватностью моделей  $f$  или  $\Phi$ , а с адекватностью моделирования динамики, присущей СДС, в механизме поиска решений ДПС.

**Классификация прецедентных систем**

В зависимости от того, какую исходную информацию ДПС получает на входе и в какой форме генерирует решение на выходе, можно выделить различные схемы ДПС.

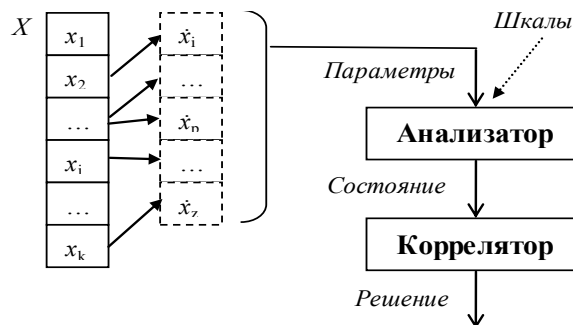
**Классификация по формату исходной информации**

По формату получаемой исходной информации могут быть выделены простые и составные разновидности ДПС.

К простым разновидностям относятся:

- «состояние»;
- «ситуация»;
- «диагноз»;
- «событие»;
- «формула».

В первом случае (тип входа «состояние») исходное описание проблемной ситуации может представлять собой некоторое подмножество  $\{\dot{x}_1, \dots, \dot{x}_l\}$  (либо полное множество  $\{\dot{x}_1, \dots, \dot{x}_k\}$ ) параметров СДС и внешней среды (рис. 2) из наблюдаемого вектора  $\bar{X}$ .



**Рис. 2. Прецедентная система со входом типа «состояние»**



Что касается структуры ДПС, будем исходить из традиционных определений ситуационного подхода [17], а также из того факта, что описания проблемных ситуаций могут быть неполными, неточными и даже противоречивыми.

В структуре ДПС минимально необходимы Анализатор и Коррелятор. В задачи Анализатора может входить выделение значимого подмножества наблюдаемых параметров и преобразование значений параметров с использованием заданных метрических и/или топологических шкал (например, логико-лингвистические преобразования, сопоставляющие числовым значениям параметров (20 м, 30 сек) качественные оценки («близко», «быстро»)). Таким образом, параметры могут быть представлены как количественными, так и качественными оценками значений. Задача коррелятора заключается в выборе управляющего воздействия, основываясь на описании проблемной ситуации. Коррелятор содержит конечное множество управляющих воздействий и некоторый механизм выбора и адаптации управляющего воздействия для каждого из классов проблемных ситуаций. Логика работы коррелятора зависит как от конкретной модели, лежащей в основе ДПС, так и от прикладной задачи.

Во втором случае (тип входа «ситуация») исходное описание проблемной ситуации может, кроме непосредственно подмножества значений параметров, включать результаты обобщения по одному или нескольким классифицирующим признакам  $\{\tilde{x}_c, \dots, \tilde{x}_m\}$  (рис. 3). В структуру ДПС дополнительно входят Классификатор и набор эталонов. При формировании множества признаков могут использоваться как преобразования значений параметров по заданным шкалам, так и вычисления значений по известным функциональным зависимостям  $\varphi$  между значениями наблюдаемых параметров.

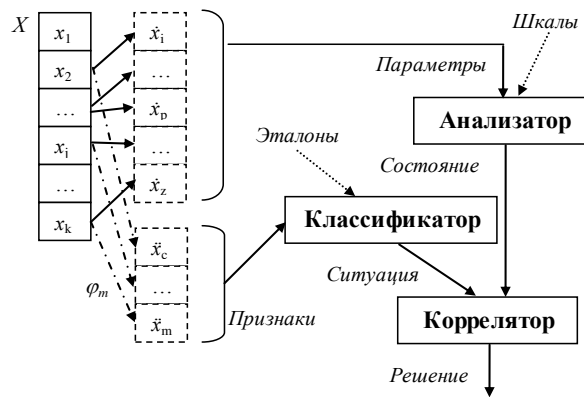


Рис. 3. Прецедентная система со входом типа «ситуация»

В третьем случае (тип входа «диагноз») в исходной информации присутствуют результаты выявленных отклонений  $\delta$  от некоторых установленных (нормируемых) показателей, называемых индикаторами (рис. 4), которые формируются с помощью дополнительного элемента структуры ПС – Дифференциатора. Для выполнения диагностики вводят прямые репрезентативные показатели  $\tilde{x}_d$ , характеризующие обобщенное состояние объектов или класс проблемной ситуации, сложившейся в СДС, а также косвенные показатели  $\tilde{x}_e$ , связанные с параметрами состояния СДС известными функциональными зависимостями  $\varphi_e$ .

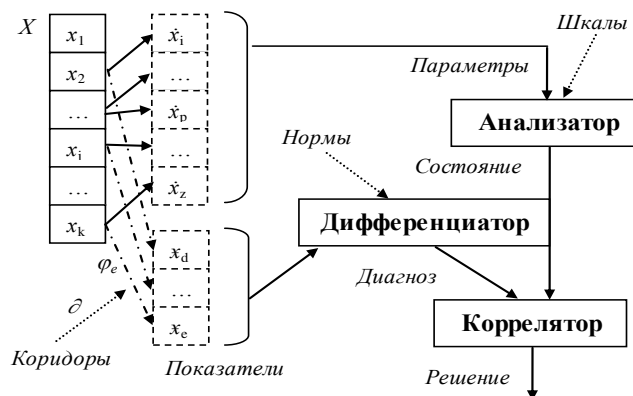


Рис. 4. Прецедентная система со входом типа «диагноз»

Следует заметить, что нормы могут быть заданы как четкие или нечеткие значения показателей, а также в виде числовых интервалов (т. наз. коридоров).

Четвертый вариант (тип входа «событие») предполагает формирование специально вводимыми с структуру ДПС Триггерами различных событий при изменении значений определенных параметров на основе вектора наблюдаемых параметров СДС (рис. 5), при этом различным фиксируемым изменениям параметров по значению или по времени могут сопоставляться события различных классов.

Связи задают подмножества параметров и пределы изменения их значений для каждого конкретного класса событий. Регистр предназначен для выполнения установок пороговых значений параметров Триггерам и выполняет функцию элемента обратной связи.

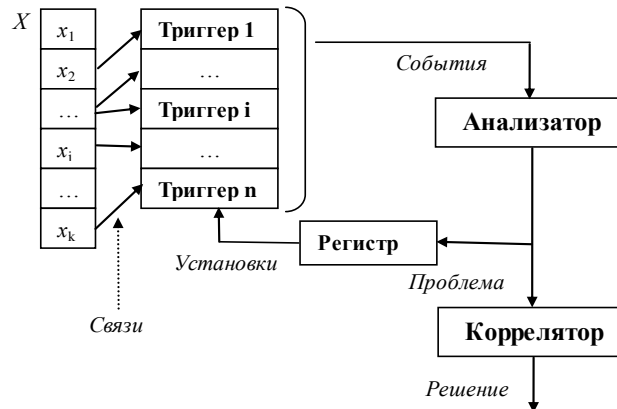


Рис. 5. Прецедентная система со входом типа «событие»

В пятом случае (тип входа «формула») описание ситуации задается множеством формул некоторого языка представления знаний – т.е. в виде логической модели (рис. 6). Этот вариант является достаточно редким. ДПС подобного типа содержит Интерпретатор (логических формул) и Коррелятор. В зависимости от используемой логической модели этот вариант является разновидностью одного из предыдущих. Например, при использовании Situation Calculus и большинства псевдофизических логик – разновидность варианта «ситуация», для Event Calculus и темпоральных моделей, логики действий и т.д. – разновидность варианта «событие», для Fluent Calculus – разновидность варианта «состояние».

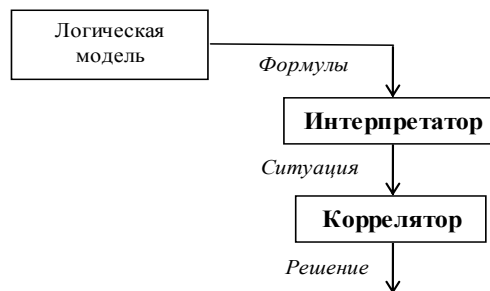


Рис. 6. Прецедентная система со входом типа «формула»

Представленные выше простые варианты форматов исходной информации не вполне «дружат» с динамичными ПО, поэтому в ДПС они используются достаточно редко. При решении практических задач в условиях динамики чаще используется некоторый составной вариант, который может быть определен на основе последовательностей, которые бывают двух разновидностей: неупорядоченные и упорядоченные. Упорядоченная последовательность отличается тем, что в ее основе лежит заданный частичный или полный порядок, причем чаще всего для этого используется временная шкала. Элементами такой последовательности могут быть «состояния» или «события», а также комбинации типа «состояние + событие». Так, при отображении последовательности «состояний», выраженных множеством числовых параметров, на временную шкалу получаем известную структуру, – временные ряды (рис. 7).

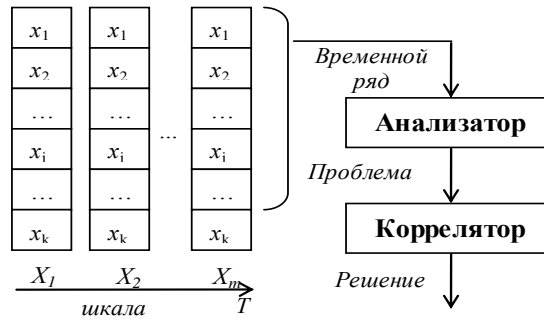


Рис. 7. Прецедентная система со входом типа «временной ряд»

Неупорядоченная последовательность событий эквивалентна графовым структурам, которые довольно часто используются для представления информации о различных процессах, в том числе о бизнес-процессах (рис. 8).

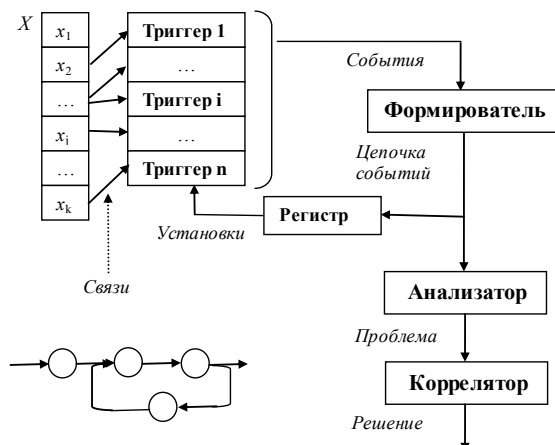


Рис. 8. Прецедентная система со входом типа «граф»

Упорядоченная последовательность событий также может быть представлена в виде потоков, называемых также диаграммами Хассе (рис. 9).

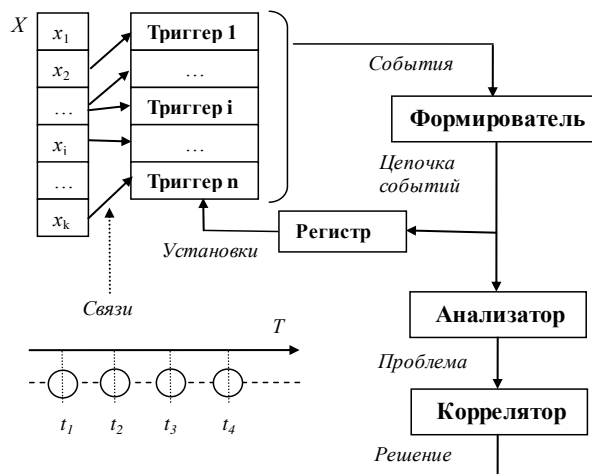


Рис. 9. Прецедентная система со входом типа «поток событий»

Использование комбинации «состояние + событие» имеет свою особенность: «событие» переводит СДС из «состояния» данного элемента в «состояние» последующего элемента последовательности (рис. 10). Известно также использование последовательностей, состоящих из элементов, представляющих собой комбинацию описания «ситуации» в виде логической модели и «обновления» (update) в виде формул, которое, будучи добавленным к описанию «ситуации», после процедуры логического вывода даст описание «ситуации» последующего элемента последовательности. Однако, в ДПС такой подход нецелесообразен ввиду чрезвычайно низкого быстродействия процедур

вывода, порождающего проблему значительных задержек поиска уместных решений.

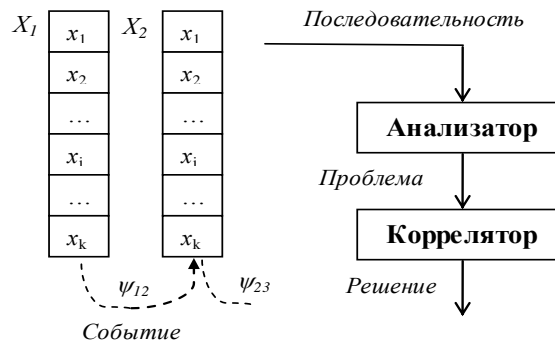


Рис. 10. Прецедентная система со входом типа «состояние + событие»

Классификация по формату решения

Выделяют следующие разновидности форматов генерируемых решений в ДПС:

- вектор выходных параметров;
- действие;
- диагноз;
- правило;
- логическое заключение;
- план;
- сценарий.

Простейшим вариантом решения является вектор выходных параметров:

$$\bar{U} = \langle u_1, u_2, \dots, u_m \rangle,$$

Где каждый из выходных параметров  $u_i$  сопоставляется с конкретным эффектором  $E_i$  и представляет собой некоторое управляющее воздействие. Выходные параметры могут быть аналоговыми или дискретными.

Другим распространенным вариантом является действие  $a \in A$ , где  $A$  – конечное множество возможных действий. Предполагается, что если  $U = a$ , выполнение  $a$  в проблемной ситуации  $s$  приведет к желаемой (целевой) ситуации  $s_1$ :  $s \xrightarrow{a} s_1$ . Оба представленных варианта являются одношаговыми и активно используются в ПС, предназначенных для решения задач управления различными объектами. В ДПС оба рассмотренных варианта используются достаточно редко, хотя и позволяют достигнуть высокого быстродействия, достаточного даже для работы в реальном времени.

В ПС, предназначенных для решения задач диагностики объектов и систем, используются решения в виде диагноза  $U = d$ , при этом подразумевается, что  $d \in C$ ,  $C$  – конечное множество возможных классов ситуаций. Обычно производят разбиение множества  $C$  на подмножества штатных, нештатных, опасных, критических ситуаций и т.д. В ДПС такой вид решений обычно не используется.

Решения в виде правила  $U = p$  (продукционного, трансформационного и т.п.) применяются, в основном, для интерактивного представления решений ЛППР в ИСППР советующего типа. В ДПС может применяться для внесения корректных изменений в модель динамической ПО при наступлении определенных событий или достижении ситуаций заданного класса.

Логические заключения являются естественным решением для тех ПС, в которых исходная информация представлена логическими моделями, тогда для поиска уместного решения требуется выполнение логического вывода. В ДПС такой формат решений практически не используется.

План является собой более сложное, многошаговое решение, часто представляемое как частично упорядоченная совокупность действий в форме  $U = \Pi = \langle a_1, a_2, \dots, a_l \rangle$ ,  $a_1, \dots, a_l \in A$ . Подразумевается, что выполнение плана  $\Pi$  в проблемной ситуации  $s$  влечет  $s \xrightarrow{a_1} s_1 \xrightarrow{a_2} s_2 \xrightarrow{a_3} \dots \xrightarrow{a_l} s_g$ , где  $s_g$  – целевая ситуация.

План может быть представлен в экстенциональной форме как графовая структура (например, И-ИЛИ-граф), сеть (TN, FRN и др.) или список, а также в интенциональной форме как совокупность формул логики действий (Action Logic). Решения в виде плана могут быть одноуровневыми и многоуровневыми, причем в последних, как правило, элементами планов более высокого уровня являются планы нижних уровней. Решения такого рода представляются в виде иерархических сетей.

Сценарій являється другою разновидністю багатошагових рішень, і представляє собою послідовність різноманітних елементів, зв'язаних між собою операціональними і умовними відносинами. Елементами сценарія частіше за все являються правила (логіко-трансформаційні, продукційні, метаправила і т.п.), дії і умови. Реалізація сценарія характеризується упорядоченістю во часі. Сценарії часто вимагають своєї конкретизації, т.е. присвоєння значень змінним і перевірки умов, використаних при їх побудові. Найбільш поширеною екстенсіональною формою представлення сценарія є мережа, вершинами якої є елементи сценарія, а дугами – відносини між ними. Така форма представлення дає можливість розширення як новими типами елементів, так і новими видами відносин, наприклад, причинно-наслідковими. Інтенсіональне представлення сценарію можливо з використанням різних логічних висновків. Слід зауважити, що плани по своїй суті представляють собою методи рішень, а сценарії – процедури рішень.

Схеми реалізації динамічних ДПС

Схема реалізації ДПС визначається форматом вихідної інформації і форматом рішення. Найбільш поширеними є схеми «стан»-«дія», «стан»-«діагноз», «ситуація»-«дія», «ситуація»-«план», рідше зустрічається схема «стан»-«вектор параметрів». Достатньо часто в ДПС використовуються комбіновані схеми, наприклад «ситуація + граф»-«діагноз».

В деяких ДПС використовуються більш складні схеми, наприклад «ситуація»-«стратегія»-«дія». Застосування складних схем ставить питання розбиття процесу прийняття рішень на етапи, кожен з яких реалізується одним з рівнів ДПС: наприклад, для вихідної ситуації на першому етапі на основі прецедентів може бути знайдена стратегія (перший етап буде функціонувати за схемою «ситуація»-«правило»), а на другому етапі для обраної стратегії з допомогою нечіткої ситуаційно-події мережі вибирається потрібне конкретне діє.

Планувальні ДПС зазвичай працюють за схемами «стан»-«план», «ситуація»-«сценарій», «ситуація»-«план». Вибір конкретної схеми прийняття рішень визначає можливість застосування різних моделей і методів отримання рішень в ДПС.

Вимоги до динамічних прецедентних ІС

Проведений аналіз динамічних ПО і особливостей СДС дозволяють в межах ситуаційного підходу представити наступні вимоги, реалізація яких необхідна при розробці ДПС при прийнятті різних завдань управління динамічними об'єктами:

1. Урахування неповної спостережуваності СДС. Оскільки вихідна інформація неповна і неточна, а частіше недостоверна і суперечлива, від ДПС вимагається обробка неповної і неточної інформації від декількох незалежних джерел в умовах впливу шумів і спотворень.
2. Урахування цілеспрямованої діяльності ЛПР. Це означає, що рішення частіше за все представляють собою плани, спрямовані на досягнення поставлених перед ЛПР цілей, а процес прийняття рішень зводиться до рішення завдання адаптивного планування. Відповідно, від ДПС вимагається вирішувати завдання адаптивного планування і зворотню їй завдання розпізнавання планів замість ЛПР, що сприяло б витісненню останнього з контуру пошуку і прийняття рішень [341].
3. Урахування високої розмірності простору прийняття рішень, що вимагає прийняття заходів по його суттєвому звуженню. Найбільш ефективною мірою в даному випадку є побудова індексованих ієрархічних структур вихідної інформації [342].
4. Урахування високої динаміки процесів в ДПО. Від ДПС вимагається забезпечення можливості обробки вихідної інформації неперервно і паралельно, причому структура і якість вихідної інформації можуть піддаватися зміні в процесі пошуку і прийняття рішень. Оскільки динаміка в СДС описується подіями, основу структури прецедентів і описання проблемної ситуації повинні становити послідовності подій.
5. Урахування динаміки зміни структури СДС і цілей управління, що додатково характеризує високу динаміку СДС. Відповідно, ДПС повинна бути адаптивною до вказаних змін і забезпечувати потрібну гнучкість рішень.
6. Дефіцит часу на обробку інформації визначає високі вимоги до швидкості. ДПС повинна встигати оцінити ситуацію, знайти відповідний прецедент і запропонувати рішення за час, яке не перевищує часу оцінки ситуації ЛПР, тому обчислювальна складність використовуваних в ДПС методів і алгоритмів повинна бути мінімальною, можливість «експоненціального вибуху» при пошуку повинна уникатися, а в разі використання логічних моделей представлення знань вони повинні мати властивість розв'язності.
7. Урахування критеріїв і обмежень при пошуку рішень означає, що будь-яке допустиме рішення повинно перевірятися (верифікуватися) на відповідність заданій множині обмежень [343], а з множини допустимих рішень повинні виділятися оптимальні в сенсі заданих

критериев. Может требоваться проведение анализа возможных последствий на несколько шагов вперед.

8. Учет возможного отсутствия прототипов принятия решений в случае нестандартных ситуаций. Необходимо предусмотреть при отсутствии уместных прецедентов возможность формирования решений с использованием других подходов, например на основе правил, моделей, нейронных сетей и др. В этом случае ДПС должна быть гибридной [344] и обладать развитыми функциями обучения.

Следует заметить, что целенаправленная деятельность ЛПР подразумевает логическую природу процесса управления. Поскольку использование логических моделей представления знаний исключается по требованиям быстродействия, следует использовать другие способы реализации логических процедур управления, например сценарии. При этом возможно ограничить контекст рассмотрения путем согласования сценариев управляющих воздействий с определенными параметрами, составляющими контекст ситуации (в т.ч. состояние внешней среды, оценки внешних воздействий), что возможно при решении задач адаптации и верификации решений.

Таким образом, для решения задач управления в СДС целесообразно использовать гибридные ДПС, реализованные по схеме «ситуация + поток событий»-«план»-«сценарий»-«управляющее воздействие» либо «ситуация + граф»-«план»-«сценарий»-«действие», и обеспечивающие механизм адаптации и верификации на уровне сценариев.

#### Выводы

1. По результатам анализа динамических ПО и особенностей СДС получен вывод, что прецедент в ДПС необходимо рассматривать как развивающийся во времени процесс, анализируя одновременно полное множество протекающих в СДС процессов. Наблюдения могут поступать из различных источников, возможно, с некоторым запаздыванием относительно момента свершения реального события. Рассмотрение множества наблюдаемых в СДС процессов в виде событий должно производиться параллельно, при этом необходим учет возможного изменения наблюдаемых параметров проблемной ситуации непосредственно в ходе поиска прецедента. Необходимо также ослабление временных зависимостей между связанными событиями.

2. Предложен теоретический подход для адекватного описания динамики предметной области на уровне прецедентов и проблемных ситуаций с учетом неполноты, неточности и неопределенности описания прецедентов. Представленный подход направлен на ослабление вовлеченности лиц, принимающих решения, в процесс поиска и принятия решений по прецедентам.

3. Представлена классификация динамических прецедентных систем по формату исходной информации и по формату решения, позволяющая описывать механизмы поиска и принятия решений по прецедентам с помощью схем реализации.

4. Сформулированы требования к динамическим прецедентным системам при решении задач управления в динамических предметных областях. Предложены адекватные схемы реализации динамических прецедентных систем, показано, что для решения задач управления в сложных динамических системах целесообразно использовать гибридные динамические прецедентные системы, реализованные по схеме «ситуация + поток событий»-«план»-«сценарий»-«управляющее воздействие» либо «ситуация + граф»-«план»-«сценарий»-«действие», и обеспечивающие механизм адаптации и верификации на уровне сценариев.

Результаты работы позволяют использовать прецедентный подход при решении трудноформализуемых задач в динамических предметных областях.

#### Список использованной литературы

1. Case-Based Reasoning Research and Development / eds.: Ram A., Wiratunga N. Lecture Notes in Artificial Intelligence. 2011. Vol. 6880. – 498 p.
2. Черняховская Л. Разработка динамической модели процесса управления в проблемных ситуациях на основе базы знаний прецедентов. Управление в сложных системах. 1999. – С. 207–212.
3. Шерстюк В.Г. Динамическая сценарно-прецедентная интеллектуальная система для управления подвижными объектами. Искусственный интеллект. 2011. №4. – С. 362–373.
4. Pal S.K., Shiu S.C. Foundations of Soft Case-Based Reasoning. N.Y.: J. Wiley & Sons, 2004. – 274 p.
5. Xia Q., Rao M. Incorporating system dynamics in case-based reasoning for process operation support. Computational Cybernetics and Simulation: Proc. of 1997 IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics. Orlando, 1997. Vol. 3. Pp. 2075–2080. doi: 10.1109/ICSMC.1997.635170
6. Ram A., Santamaria J.C. Continuous Case-Based Reasoning. Case-Based Reasoning: Proc. of AAAI-93 Workshop. Washington, 1993. – Pp. 86–93.
7. Martin F.J. Case-Based Sequence Analysis in Dynamic, Imprecise, and Adversarial Domains: tesi doctoral. Barcelona: Universitat Politècnica De Catalunya, 2004. – 285 p.

8. Jaere M., Aamodt A., Skaalle P. Representing temporal knowledge for case-based prediction. *Advances in case-based reasoning*. 2002. Vol. 2416. – Pp. 174–188.
9. Marling C., Shubrook J., Schwartz F. Towards case-based reasoning for diabetes management. *Computational Intelligence*. 2009. Vol. 25, №3. – Pp. 165–179.
10. Funk P., Robertson D. Capturing and Matching Dynamic Behavior in Case-Based Reasoning. *Progress in Case-Based Reasoning: Proc. of First UK Workshop*. London, 1995. – Pp.85–90.
11. Craw S. Agile case-based reasoning: A grand challenge towards opportunistic reasoning from experiences. *Grand Challenges in Reasoning from Experiences: Proc. of IJCAI-09 Workshop*. Pasadena, 2009. – Pp. 33–39.
12. Cordier A., Mascret B., Mille A. Dynamic Case-Based Reasoning for Contextual reuse of Experience. *Case-Based Reasoning: Proc. of ICCBR'2010 Workshop*. Alessandria, 2010. Pp. 69–78.
13. Urdiales C., Perez E.J., Vrazquez-Salceda J., Sanchez-Marre M., Sandoval F. A purely reactive navigation scheme for dynamic environments using Case-Based Reasoning. *Automatic Robotics*. 2006. Vol. 21. – Pp. 65–78.
14. Floyd M., Esfandiari B. A Case-Based Reasoning Framework for Developing Agents Using Learning by Observation. *Tools with Artificial Intelligence: Proc. on 23rd IEEE Int. Conf. ICTAI*. Boca Raton, 2011. – Pp. 531–538.
15. Еремеев А.П., Куриленко И.Е., Смирнова А.Е. Разработка темпорального расширения методов рассуждений на основе прецедентов. *Интеллектуальные системы и информационные технологии: Труды конгресса IS&IT'11*. Москва, 2011. Том 1. – С. 50–59.
16. Sherstjuk V. Scenario-Case Coordinated Control of Heterogeneous Ensembles of Unmanned Aerial Vehicles. *Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments: Proc. of 2015 IEEE 3rd Int. Conf. Kyiv*, 2015. – Pp.275–279.
17. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. 288 с.
18. Шерстюк В.Г. Основы теории динамических сценарно-прецедентных интеллектуальных систем. Херсон: Феникс, 2012. – 476 с.
19. Шерстюк В.Г. Сценарно-прецедентное управление эргатическими динамическими объектами. Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 407 p.

#### References

1. Case-Based Reasoning Research and Development / eds.: Ram A., Wiratunga N. *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. 2011. Vol. 6880. 498 p. doi: 10.1007/3-540
2. Chernjahovskaja L. Razrabotka dinamicheskoy modeli prozessa upravleniya v problemnykh situacziyakh na osnove bazy znaniy preczedentov [Development of a dynamic model of the control process in problem situations based on the case base]. *Control in complex systems*. 1999. Pp. 207–212.
3. Sherstjuk V.G. Dinamicheskaya scenarno-preczedentnaya intelektual'naya sistema dlya upravleniya podvizhnymi ob'ektami [Dynamic scenario-case intelligent system for controlling moving objects]. *Artificial Intelligence*. 2011. Vol. 4. Pp. 362–373.
4. Pal S.K., Shiu S.C. *Foundations of Soft Case-Based Reasoning*. N.Y.: J. Wiley & Sons, 2004. 274 p. doi: 10.1002/0471644676
5. Xia Q., Rao M. Incorporating system dynamics in case-based reasoning for process operation support. *Computational Cybernetics and Simulation: Proc. of 1997 IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics*. Orlando, 1997. Vol. 3. Pp. 2075–2080. doi: 10.1109/ICSMC.1997.635170
6. Ram A., Santamaria J.C. Continuous Case-Based Reasoning. *Case-Based Reasoning: Proc. of AAAI-93 Workshop*. Washington, 1993. Pp. 86–93. doi: 10.1016/s0004-3702(96)00037-9
7. Martin F.J. *Case-Based Sequence Analysis in Dynamic, Imprecise, and Adversarial Domains: tesi doctoral*. Barcelona: Universitat Politecnica De Catalunya, 2004. 285 p.
8. Jaere M., Aamodt A., Skaalle P. Representing temporal knowledge for case-based prediction. *Advances in case-based reasoning*. 2002. Vol. 2416. Pp. 174–188. doi: 10.1007/3-540-46119-1\_14
9. Marling C., Shubrook J., Schwartz F. Towards case-based reasoning for diabetes management. *Computational Intelligence*. 2009. Vol. 25, №3. Pp. 165–179. doi: 10.1111/j.1467-8640.2009.00336.x
10. Funk P., Robertson D. Capturing and Matching Dynamic Behavior in Case-Based Reasoning. *Progress in Case-Based Reasoning: Proc. of First UK Workshop*. London, 1995. Pp.85–90. doi: 10.1007/3-540-60654-8\_24
11. Craw S. Agile case-based reasoning: A grand challenge towards opportunistic reasoning from experiences. *Grand Challenges in Reasoning from Experiences: Proc. of IJCAI-09 Workshop*. Pasadena, 2009. Pp. 33–39. doi: 10.1007/978-1-4899-7687-1\_34
12. Cordier A., Mascret B., Mille A. Dynamic Case-Based Reasoning for Contextual reuse of Experience. *Case-Based Reasoning: Proc. of ICCBR'2010 Workshop*. Alessandria, 2010. Pp. 69–78. doi: 10.1007/11891451\_27

13. Urdiales C., Perez E.J., Vrazquez-Salceda J., Sanchez-Marre M., Sandoval F. A purely reactive navigation scheme for dynamic environments using Case-Based Reasoning. *Automatic Robotics*. 2006. Vol. 21. Pp. 65–78. doi: 10.1007/s10514-006-7231-8
14. Floyd M., Esfandiari B. A Case-Based Reasoning Framework for Developing Agents Using Learning by Observation. *Tools with Artificial Intelligence: Proc. on 23rd IEEE Int. Conf. ICTAI*. Boca Raton, 2011. – Pp. 531–538. doi: 10.1109/ictai.2011.86
15. Eremeev A.P., Kurilenko I.E., Smirnova A.E. Razrabotka temporal'nogo rasshireniya metodov rassuzhdenij na osnove precedentov [Development of the temporal expansion of case-based reasoning methods]. *Intellektual'nye sistemy i informacionnye tekhnologii: Trudy kongressa IS&IT'11 [Intelligent Systems and Information Technology: Proceedings of the IS & IT'11 Congress]*. Moscow, 2011. Vol. 1. Pp. 50–59.
16. Sherstjuk V. Scenario-Case Coordinated Control of Heterogeneous Ensembles of Unmanned Aerial Vehicles. *Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments: Proc. of 2015 IEEE 3rd Int. Conf. Kyiv, 2015*. Pp.275–279. doi: 10.1109/apuavd.2015.7346620
17. Pospelov D.A. *Situacionnoe upravlenie: teoriya i praktika [Situational Control: Theory and Practice]*. Moscow: Nauka, 1986. 288 p.
18. Sherstjuk V.G. *Osnovy teorii dinamicheskikh scenarno-precedentnykh intellektual'nykh system [Fundamentals of the dynamic scenario-case intelligent systems theory]*. Kherson: Phenix, 2012. 476 p.
19. Sherstjuk V.G. *Scenarno-precedentnoe upravlenie ergaticheskimi dinamicheskimi ob'ektami [Scenario-case control of ergatic dynamic objects]*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. 407 p.



**УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ**

УДК 005.332.4-021.475.2:663.42

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.18](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.18)

Н.А. ВЛАСЕНКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-4137-6357

Е.В. МАТЮНКА

Херсонський національний технічний університет

**ОТРИМАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ПИВОВАРНИМ  
ПІДПРИЄМСТВОМ ЗАВДЯКИ КОМПЛЕКСНОМУ  
ВИКОРИСТАННЮ СИРОВИНИ**

У даній роботі розглядалась можливість отримання конкурентних переваг пивоварним підприємством завдяки комплексному використанню сировини. Одним зі шляхів досягнення конкурентної переваги є успішна диференціація товару, а іншим – лідирування за питомими витратами завдяки кращій організації і технології виробничого процесу. Виробництво пива в Україні зазнало значного спаду, в досліджуваний період воно скоротилось майже в половину. В наслідок цього використання потужностей пивоварного виробництва складає в наступний час менше половини можливого. Проаналізувавши загальний пивний ринок України було встановлено, що обсяги виробництва в найближчому майбутньому будуть найбільше залежати від рівня потреб в продукції на внутрішньому ринку. А це напряму залежить від того, якою буде купівельна спроможність споживачів. Одним із шляхів отримання конкурентних переваг пивоварними підприємствами є використання стратегії зниження витрат. В даній роботі досліджувалась можливість зменшення матеріальних витрат завдяки комплексному використанню зворотних відходів виробництва пива. Основним відходом на пивоварних підприємствах є пивна дробина, вона утворюється як залишок після відділення рідкої фази (пивного суслу) в процесі його фільтрації. Дробина містить значну кількість сухих речовин з високим вмістом протеїну, що перевищує майже в три рази його вміст в ячмені. Тому пивна дробина є досить цінним зворотним відходом, який можна використовувати у різних галузях виробництва. Так з неї можна отримати корм для худоби; використовувати у хлібобулочних, макаронних та кондитерських виробках; м'ясних та молочних системах. Пивна дробина – джерело глюкози, глутамату натрію, ксиліту та ін. Комплексне використання зворотних відходів приведе до зменшення матеріальних витрат та собівартості в цілому, що в свою чергу забезпечить зростання конкурентоспроможності підприємств пивоварної галузі.

Ключові слова: конкурентні переваги, зворотні відходи, витрати виробництва, дробина, пивоварні підприємства.

Н.А. ВЛАСЕНКО

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0003-4137-6357

Е.В. МАТЮНКА

Херсонский национальный технический университет

**ПОЛУЧЕНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПИВОВАРЕННЫМ  
ПРЕДПРИЯТИЕМ БЛАГОДАРЯ КОМПЛЕКСНОМУ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СЫРЬЯ**

В данной работе рассматривалась возможность получения конкурентных преимуществ пивоваренным предприятием благодаря комплексному использованию сырья. Одним из путей достижения конкурентного преимущества является успешная дифференциация товара, а другим – лидирование по удельным затратам благодаря лучшей организации и технологии производственного процесса. Производство пива в Украине понесло значительные потери, в исследуемый период оно сократилось почти в половину. Вследствие этого использование мощностей пивоваренного производства составляет в настоящее время меньше половины возможного. Проанализировав общий пивной рынок Украины, было установлено, что объемы производства в ближайшем будущем будут более всего зависеть от уровня потребностей в продукции на внутреннем рынке. А это напрямую зависит от того, какой будет покупательная способность потребителей. Одним из путей получения конкурентных преимуществ пивоваренными предприятиями являются использование стратегии снижения затрат. В данной работе исследовалась возможность уменьшения материальных затрат

благодаря комплексному использованию возвратных отходов производства пива. Основным отходом на пивоваренных предприятиях является пивная дробина, она образовывается как остаток после отделения жидкой фазы (пивного сула) в процессе его фильтрации. Дробина содержит значительное количество сухих веществ с высоким содержанием протеина, который превышает почти в три раза его содержание в ячмене. Поэтому пивная дробина является довольно ценным возвратным отходом, который можно использовать в разных областях производства. Так из нее можно получить корм для скота; использовать в хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделиях; мясных и молочных системах. Пивная дробина – источник глюкозы, глутамата натрия, ксилита и пр. Комплексное использование возвратных отходов приведет к уменьшению материальных затрат и себестоимости в целом, что в свою очередь обеспечит рост конкурентоспособности предприятий пивоваренной отрасли.

Ключевые слова: конкурентные преимущества, возвратные отходы, затраты производства, дробина, пивоваренные предприятия.

N.A. VLASENKO  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-4137-6357  
E.V. MATYUNKA  
Kherson National Technical University

### **BREWING ENTERPRISE GETS COMPETITIVE ADVANTAGES THANKS TO AN INTEGRATED USE OF RAW MATERIALS**

*This paper considered the possibility of gets competitive benefits of brewing enterprise, thanks to an integrated use of raw materials. One of the ways to achieve a competitive advantage is successful product differentiation, and the other is leading in unit costs due to the best organization and technology of the production process. Beer production in Ukraine suffered significant losses, during the study period it fell by almost half. As a result, the use of brewing facilities is currently less than half of what is possible. Having analyzed the general beer market of Ukraine, it was found that production volumes in the near future will most of all depend on the level of demand for products on the domestic market. And this directly depends on how much the purchasing power of consumers will be. One way to get a competitive advantage in a brewery is to use a cost-cutting strategy. In this paper, we investigated the possibility of reducing material costs through the integrated use of recyclable waste from beer production. The main waste in breweries is beer grains, it forms as a residue after separation of the liquid phase (beer wort) during its filtration. A Beer grain contains significant amounts of high protein solids, which exceeds almost three times its content in barley. Therefore, beer grains are a rather valuable return waste, which can be used in different areas of production. So from it you can get livestock feed; use in bakery, pasta and confectionery; meat and dairy systems. Beer grains - a source of glucose, sodium glutamate, xylitol, etc. The integrated use of recyclable waste will lead to a decrease in material costs and overall cost, which in turn will increase the competitiveness of the brewing industry.*

*Keywords: competitive advantages, recyclable waste, production costs, beer grain, brewing enterprises.*

#### **Постановка проблеми**

Сталий розвиток підприємств харчової галузі в умовах впливу дестабілізуючих кризових факторів зовнішнього середовища та посилення глобалізаційних процесів можливий лише при наявності конкурентних переваг. Тобто в сучасних умовах підприємствам для того щоб «вижити», зберегти або розширити позиції на ринку необхідно постійно займатися дослідженням шляхів забезпечення конкурентних переваг, що на сьогоднішній день є стратегічним завданням при прийнятті управлінських рішень [1 - 5].

Саме зростання чисельності виробників в певній галузі, вплив глобалізації та насичення ринку різноманітними товарами вимагає від підприємств пошуку шляхів зниження ринкових ризиків, пошуку способів підтримання стабільного попиту на товари, що виготовляються. Однією із провідних дій у даному напрямі є формування та забезпечення підприємству стабільних конкурентних переваг. Таким чином, питання сутності та формування конкурентних переваг на підприємствах харчової галузі в даний час набувають особливої актуальності і потребують глибокого дослідження.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

На сьогодні дослідженню питань сутності та джерел формування конкурентних переваг підприємств присвячені праці багатьох вчених, серед яких можна назвати: П. Дойля, Ф. Котлера, Ж.-Ж. Ламбена, М. Портера, Г. Азоева, А. Войчака, В. Гриньова, О. Зозульова, П. Смоленюка, Р. Фатхутдінова, М. Чумаченко, Ю. Юданова та ін. Незважаючи на значну кількість праць, окремі аспекти формування конкурентних переваг підприємств харчової галузі потребують доповнення і уточнення, зокрема це стосується пивоварних підприємств.

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи було дослідження шляхів отримання конкурентних переваг підприємствами завдяки комплексному використанню зворотних відходів на прикладі пивоварної промисловості.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Економічні зміни конкурентного середовища підприємства (вчасності харчової галузі) вимагають від нього виявлення, формування та практичного використання конкурентних переваг як первинної ланки системи забезпечення його конкурентоспроможності. Саме тому значна кількість науковців сьогодні намагається дати визначення конкурентних переваг підприємства, систематизувати джерела їх формування та знайти шляхи їх досягнення.

Отримання конкурентних переваг є стратегічно важливим для всіх суб'єктів господарювання в ринковій економіці. Саме конкурентні переваги визначають можливість зайняття певної позиції на ринку [1 - 4]. Чим більш всеосяжного характеру набуває конкуренція на ринку, тим більш значущими для комерційного успіху є конкурентні переваги [2]. Суть створення конкурентних переваг полягає у формуванні таких характеристик діяльності підприємства, які створюють певні переваги над конкурентами в економічній, технічній, організаційній, комерційній сферах діяльності підприємства, що можна виміряти економічними показниками.

Формування стійких конкурентних переваг, а також їх розвиток дає підприємству можливість нарощувати свій стратегічний потенціал [5]. Конкурентна перевага інтегрує конкурентоспроможність і конкурентний потенціал підприємства. Так, наявність у підприємства нової технології, що дозволяє виробляти продукцію високої якості з найменшими витратами, приводить до розвитку виробничого потенціалу і як слідство отримання конкурентних переваг.

Одним зі шляхів досягнення конкурентної переваги є успішна диференціація товару, а іншим – лідирування за питомими витратами завдяки кращій організації і технології виробничого процесу, системі менеджменту, продуктивності праці, рівню витратомісткості виробництва, управлінню витратами тощо. Перераховане вище в повній мірі стосується і підприємств харчової галузі, вчасності пивоварних підприємств.

Пивобезалкогольна галузь є досить потужною складовою харчової промисловості України. Вона є однією з найбільш рентабельних галузей в національному господарстві України і представлена виробництвом пива, безалкогольної продукції та мінеральної води. Для того щоб вона не втратила свого значення для народного господарства потрібно постійно досліджувати шляхи отримання конкурентних переваг підприємствами галузі.

Динаміка виробництва пива в Україні за даними держстата наведена на рис. 1. Структура виробництва пива за підприємствами галузі, що досліджувалась представлена у табл. 1. З таблиці видно, що в Україні питома вага загального виробництва пива припадає на декілька підприємств. В той же час в країні працює приблизно 160 підприємств, але великих та середніх за розміром – два десятки, інші – міні та мікропідприємства.

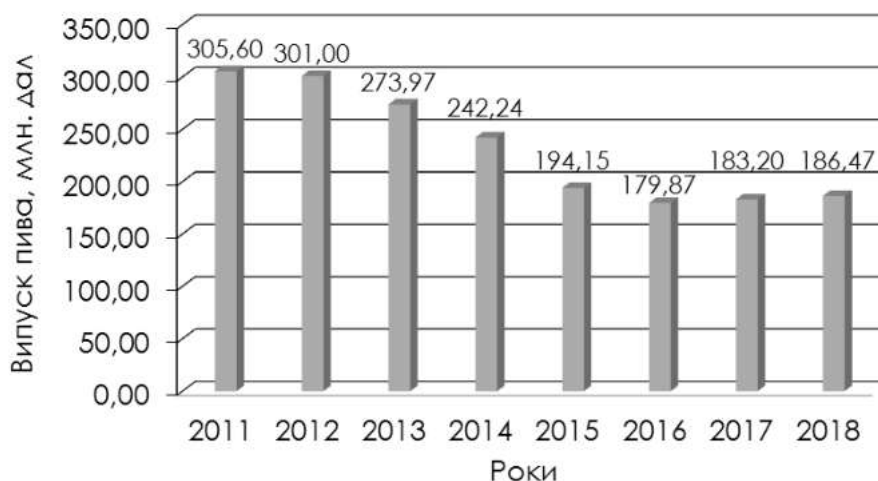


Рис. 1. Виробництво пива в Україні, млн. дал

Згідно отриманим даним (рис. 1) виробництво пива в Україні скоротилося з 305 мільйонів декалітрів у 2011 р. до 180 мільйонів декалітрів у 2016 р. і лише незначно зросло у 2018 (1,79%). Згідно наведеним даним найбільшого спаду українські пивоварні підприємства зазнали в 2016 р. (зниження

виробництва пива відносно 2012 р. склало 1,69 разів) [6, 7]. Таке падіння обсягів виробництва пов'язане з рядом факторів:

- хвиля кризи;
- зростання ціни пива через підвищення акцизного податку на нього;
- скорочення платоспроможності населення.

Таблиця 1

**Структура виробництва пива в Україні, тис. дал**

Виробники пива	2016 р.	Структура 2016 р.	2017 р.	Структура 2017 р.	2018 р.	Структура 2018 р.
AB InBev Efes	61016,7	33,92	60118,4	32,82	61390,3	32,92
Carlsberg	54898,7	30,52	55279,0	30,17	58145,6	31,18
Оболонь	34203,3	19,02	35154,8	19,19	35894,4	19,25
Перша Приватна Броварня	14751,4	8,20	15180,7	8,29	15621,9	8,38
Інші	15003,8	8,34	17466,7	9,53	15417,7	8,27
Всього	179874,0	100,0	183199,6	100,0	186469,9	100,0

В наслідок впливу наведених факторів використання потужностей пивоварного виробництва складає в даний час лише 40-45%. Споживання пива в Україні на душу населення в середньому складає приблизно 41 літр на рік – у два з половиною рази менший ніж у Німеччині.

В наступних роках (17 – 19 рр.) ситуація стала поступово покращуватися. Експертна оцінка обсягу виробництва пива по Україні (крім пива безалкогольного зі вмістом спирту до 0,5 % об.) за 9 місяців 2019 р. склала 144,2 млн. дал, або 99,6% до аналогічного періоду 2018 р., а виробництво солоду – 262301 тон, що становить 103,2% до аналогічного періоду 2018 р.

У той же час з 2016 по 2018 рр. обсяг виробництва безалкогольного пива, по даним Державної служби статистики виріс на 21,5% [6, 7]. Тобто темпи росту ринку безалкогольного пива значно випереджають ринок алкогольного пива (в Україні частка безалкогольного пива в загальному обсязі ринку становить приблизно 1,8%).

Слід відмітити, що Україна експортує набагато більше пива, ніж імпортує [8]. Експорт пива у 2018 р. склав 11,3 млн дал, а імпорт лише 3,7 млн дал (у 2017 р. експорт пива зріс на 49,4%, або на 3,3 млн дал в натуральному виразі, і позитивна тенденція триває у 2019 р.). Українське пиво купують такі країни як: Білорусь, Молдова, Литва, Алжир, Ізраїль, Азербайджан, Китай та інші. Зростання попиту на українське пиво за межами нашої країни пов'язане з його досить високою якістю, різноманітністю сортів та стилів пивоваріння, які демонструють українські великі, середні і малі пивоварні.

Проаналізувавши загальний пивний ринок України можна сказати, що обсяги виробництва в найближчому майбутньому будуть найбільше залежати від рівня потреб на продукцію перш за все на внутрішньому ринку. А це на пряму залежить від того, якою буде купівельна спроможність споживачів. На стан галузі також здійснює серйозний вплив державне регулювання, а саме: значне підвищення акцизу і обмеження кількості точок збуту, а також часу реалізації в торгових точках. Другим фактором, який може здійснювати вплив на динаміку росту об'ємів виробництва пива в цілому, є можливість виходу на міжнародний ринок, чому сприяє зона вільної торгівлі з Євросоюзом.

Враховуючи вище сказане, можна визначити, що одним із шляхів отримання конкурентних переваг пивоварними підприємствами є використання стратегії зниження витрат. В табл. 2 наведена загальна структура витрат на виробництво пива. Згідно наведеним даним, матеріальні витрати складають значну долю витрат виробництва (52,4%). Тому більш ефективне використання матеріальних ресурсів може забезпечити підприємству певні конкурентні переваги.

Таблиця 2

**Структура витрат**

Витрати виробництва	Доля, %
Матеріальні витрати	52,4
Витрати на оплату праці та соціальні відрахування	4,5
Амортизація	15,6
Інші витрати	27,5
Всього	100,0

В табл. 3 наведена структура матеріальних витрат на виробництва пива. З отриманих даних видно, що найбільш вагомими є витрати солоду (38,21%). З цього слідує – необхідно постійно досліджувати шляхи зменшення насамперед названих витрат з метою отримання конкурентних переваг.

В даній роботі досліджувалась можливість зменшення названих витрат завдяки комплексному використанню зворотних відходів виробництва пива. Основним відходом на пивоварних підприємствах є пивна дробина (солодова), вона утворюється як залишок після відділення рідкої фази (пивного суслу) в процесі його фільтрації.

Таблиця 3

Структура матеріальних витрат	
Витрати виробництва	Доля, %
Вода	12,64
Хміль	4,43
Дріжджі	6,04
Солод	38,21
Прянощі та трави	3,81
Пляшка	29,16
Інші матеріальні витрати	5,71
Всього	100,0

Пивна дробина складається з рідкої (45%) і твердої (55%) фаз. Тверда фаза дробини містить оболонку і нерозчинну частину зерна. Склад дробини залежить від якості солоду, кількості несолодженої сировини, а також сорту виготовленого пива. За статистичними даними [7] на підприємствах пивоварної промисловості щорічно накопичується велика кількість дробини вологістю 70-80%, яка містить в середньому більше 20% сухих речовин з високим вмістом протеїну (12-15%), що перевищує майже в 3 рази його вміст в ячмені. Тому пивна дробина є досить цінним зворотним відходом, який можна використовувати у різних галузях виробництва:

1. Виробництво сухих кормопродуктів. Суха пивна дробина стійка при зберіганні і транспортабельна. Має досить поживний склад.

2. Консервування сирій пивної дробини. Для цього використовується метод силосування. Однак консервування пивної дробини мало прийнятне у виробничих масштабах.

3. Пивна дробина в повсякденному харчуванні. Виділяють три сфери застосування пивної дробини в харчуванні людини: хлібобулочні, макаронні та кондитерські вироби; м'ясні системи; молочні системи.

4. Пивна дробина – джерело глюкози, глютамату натрію. Простота технологічної схеми отримання названих речовин дозволяє здійснювати процес на звичайному стандартному обладнанні і організувати його безпосередньо на пивному заводі. Така схема виробничого процесу дозволить пивоварним підприємствам отримувати додатковий дохід завдяки виробництву не основної продукції (глюкози та глютамату натрію).

5. Нестандартне застосування пивної дробини. Сушу дробину можна використовувати у виробництві цегли (для збільшення її пористості), паперу, картону, косметики і т.д.

6. Пивна дробина – як сировина для виробництва ксиліту. Технологія виробництва ксиліту з пивної дробини є універсальною і практично безвідходною. Ксиліт – енергетичний цукрозамінник, по солодкості він еквівалентний сахарозі і вдвічі солодший сорбіту. Ксиліт споживається діабетиками. Використовується в харчовій промисловості для стабілізації харчових жирів, збільшення терміну зберігання молочних концентратів. На світовому ринку одна тонна ксиліту коштує близько 10000 доларів.

Для виробництва 1 т ксиліту на добу необхідно 30 – 40 т дробини 75%-ої вологості. Унікальність технології в тому, що вона є повністю безвідходною та екологічно чистою тому, що побічні продукти, які утворюються в результаті названого виробництва також мають промислову значимість. Так, з 1 т дробини крім ксиліту виходить 150 кг білкової пасти або 50 кг білкового концентрату, які використовуються в хлібопекарському виробництві в якості цінних поживних добавок, оскільки не містять жирів і холестерину. Решту можна використовувати як універсальний корм для сільськогосподарських тварин.

7. Пивна дробина – як сировина для виробництва етилового спирту, активованого вугілля та ін. На тому ж обладнанні, що описувалось в технологічному процесі виробництва ксиліту, з дробини можна отримувати етиловий спирт, а попутно – активоване вугілля, вуглекислоту у вигляді сухого льоду, ентеросорбенти медичного та ветеринарного призначення, паливні брикети, волокнисті плити, кисень, водень.

Із наведеного вище видно, що використання пивної дробини дає можливість отримати підприємствам досить різноманітну додаткову продукцію яка також користується попитом у споживачів. Таке використання зворотних відходів буде сприяти зменшенню матеріальних витрат на виробництво пива та собівартості продукції в цілому. В свою чергу зменшення витрат виробництва забезпечить зростання конкурентоспроможності підприємств пивоварної галузі.

#### Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити висновки, що в даний час потужність пивоварних підприємств використовується менш ніж на половину. Враховуючи досить високу якість Українського пива, що забезпечує певний попит на нього на вітчизняному та зарубіжному ринку, одним із шляхів підвищення конкурентних переваг пивоварних підприємств є комплексне використання зворотних відходів, яке приведе до зменшення матеріальних витрат та собівартості в цілому, що в свою чергу забезпечить зростання конкурентоспроможності підприємств харчової галузі.

#### Список використаної літератури

1. Долженко А.В. Формування конкурентних переваг підприємства / А.В. Долженко // Управління розвитком. – 2013. – № 12 (142). – С. 83–85.
2. Лукина А.В. Создание конкурентного преимущества на основе дифференциации / А.В. Лукина, А.А. Лукин // Маркетинг в России и за рубежом. – 2007. – № 3. – С. 88–95.
3. Боришкевич І.І. Стратегічні напрями забезпечення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств / І.І. Боришкевич // Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Економічні науки. – 2017. – Випуск 12 – Т.1 – С. 6-11
4. Софієнко А.В. Проблеми сумісного впливу зовнішніх та внутрішніх факторів на конкурентоспроможність продукції вітчизняних виробників / А.В. Софієнко // Економічні інновації. – 2013. – №. 54. – С. 321-329.
5. Воскресенська О.Є. Розширення інструментарію стратегічного планування / О.Є. Воскресенська // Економічні інновації. – 2013. – №. 54. – С. 43-48.
6. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
7. Держстат України. Комплексні статистичні публікації. Статистичний збірник «Україна у цифрах». [Електронний ресурс]/ Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/01/Arch\\_ukr\\_zb.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_ukr_zb.htm)
8. Ukrstat.org – публікація документів Державної Служби Статистики України. Експорт-імпорт окремих видів товарів за країнами світу. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: [https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/zd/e\\_iovt/arh\\_iovt2016.htm](https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/zd/e_iovt/arh_iovt2016.htm)

#### References

1. Dolzhenko A.V. Formuvannya konkurentnyh perevag pidprijemstva/ A.V. Dolzhenko // Upravlinnya rozvytkom. – 2013. – № 12 (142). – P. 83–85.
2. Lukina A.V. Sozdanie konkurentnogo preimushchestva na osnove differenciacii / A.V. Lukina, A. A. Lukin // Marketing v Rossii i za rubezhom. – 2007. – № 3. – P. 88–95.
3. Borishkevich I.I. Strategichni napryamy zabezpechennya konkurentospromozhnosti silskogospodarskyh pidprijemstv/ I.I. Borishkevich // Visnyk Kam'yanec-Podilskogo nacionalnogo universytetu imeni Ivana Ogiyenka. Ekonomichni nauky. – 2017. – Issue 12 – Vol. 1 – P. 6-11
4. Sofiyenko A.V. Problemy sumisnogo vplyvu zovnishnih ta vnutrishnih faktoriv na konkurentospromozhnist produkciyi vitchiznyanyh vyrobnykiv/ A.V. Sofiyenko // Ekonomichni innovaciyi. – 2013. – №. 54. – P. 321-329.
5. Voskresenska O.Ie. Rozshyrennia instrumentarii strategichnogo planuvannia / O.Ie. Voskresenska // Ekonomichni innovatsii. – 2013. – №. 54. – P. 43-48.
6. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Elektronnyi resurs]/ Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
7. Derzhstat Ukrainy. Kompleksni statystychni publikatsii. Statystychnyi zbirnyk «Ukraina u tsyfrakh». [Elektronnyi resurs]/ Rezhym dostupu: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/01/Arch\\_ukr\\_zb.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_ukr_zb.htm)
8. Ukrstat.org – publikatsiia dokumentiv Derzhavnoi Sluzhby Statystyky Ukrainy. Eksport-import okremykh vydiv tovariv za krainamy svitu. [Elektronnyi resurs]/ Rezhym dostupu: [https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/zd/e\\_iovt/arh\\_iovt2016.htm](https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/zd/e_iovt/arh_iovt2016.htm)

УДК: 659.4:664

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.19](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.19)

О.І. ГОНЧАР

Хмельницький національний університет

ORCID: 0000-0003-3917-7586

## РЕПУТАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПІДПРИЄМСТВ В ЧАСИ ЕКОНОМІЧНОЇ КРИЗИ

Досліджено особливості формування репутаційного менеджменту українських підприємств в умовах поглиблення соціальної та економічної кризи. Розглянуто основні тенденції зростання ринку PR-послуг та чинники формування репутаційного менеджменту підприємств. У результаті виявлено три основні тренди: «нішізація», використання Інтернету як основного джерела новинної інформації та друкованих ЗМІ - як джерела аналітичної інформації; олігополізація ринку ділових ЗМІ.

Розроблено концепцію корпоративних комунікацій в умовах кризової економіки. Визначено, що в умовах, що склалися, PR-інструментарій репутаційного менеджменту і медіа-комунікації будуть продовжувати превалювати над подієвими комунікаціями, водночас із цим відбуватиметься кризова оптимізація бюджетів, що відобразиться на кадровій складовій системи репутаційного менеджменту підприємств та на затребуваності PR-фахівців. Виявлено практику передачі на аутсорсинг управлінських функцій просування, повну ліквідацію внутрішніх структурних підрозділів, або використання в них менш кваліфікованого персоналу, що може вплинути на якість роботи. Показана необхідність забезпечення визначеного рівня представницьких витрат та інших засобів збереження лояльності в компаніях, де здійснюється системний репутаційний менеджмент, що дозволить не втратити зв'язку з найбільш впливовими ЗМІ. Прогнозовано зростання інтересу до інтернет-PR в силу його меншої капіталомісткості в порівнянні з іншими каналами комунікації та скорочення кількості ЗМІ внаслідок скорочення ринку реклами та PR.

Рекомендовано оптимізувати організаційну компоненту PR на підприємствах шляхом регламентації бізнес-процесів репутаційного менеджменту, що на практиці означає необхідність розробки внутрішньої нормативної бази та інструментарію імплементації.

Ключові слова: менеджмент, репутація, управління, послуги, розвиток, ризик, репутаційний менеджмент.

О.И. ГОНЧАР

Хмельницький национальный университет

ORCID: 0000-0003-3917-7586

## РЕПУТАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ КОМПАНИЙ ВО ВРЕМЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Исследованы особенности формирования репутационного менеджмента украинских предприятий в условиях углубления социального и экономического кризиса. Рассмотрены основные тенденции роста рынка PR-услуг и факторы формирования репутационного менеджмента предприятий. В результате выявлено три основных тренда: «нишизация», использование Интернета как основного источника новостной информации и печатных СМИ - как источники аналитической информации; олигополизации рынках деловых СМИ.

Разработана концепция корпоративных коммуникаций в условиях кризисной экономики. Определено, что в сложившихся условиях, PR-инструментарий репутационного менеджмента и медиа-коммуникации будут продолжать превалировать над событийными коммуникациями, одновременно с этим будет происходить кризисная оптимизация бюджетов, которая отразится на кадровой составляющей системы репутационного менеджмента предприятий и на востребованности PR-специалистов. Выведено практику передачи на аутсорсинг управленческих функций продвижения, полную ликвидацию внутренних структурных подразделений или использования в них менее квалифицированного персонала, что может повлиять на качество работы. Показана необходимость обеспечения определенного уровня представительских расходов и других средств сохранения лояльности в компаниях, где осуществляется системный репутационный менеджмент, что позволит не потерять связи с наиболее влиятельными СМИ. Прогнозирован рост интереса к интернет-PR в силу его меньшей капиталоемкости по сравнению с другими каналами коммуникации и сокращения количества СМИ вследствие сокращения рынка рекламы и PR.

Рекомендовано оптимизировать организационную компоненту PR на предприятиях путем регламентации бизнес-процессов репутационного менеджмента, что на практике означает необходимость разработки внутренней нормативной базы и инструментария осуществления.

*Ключевые слова: менеджмент, репутация, управления, услуги, развитие, риск, репутационный менеджмент.*

O. GONCHAR  
Khmelnitsky National University  
ORCID: 0000-0003-3917-7586

## REPUTATION MANAGEMENT OF ENTERPRISES DURING ECONOMIC CRISIS

*The peculiarities of reputation management of Ukrainian enterprises in the conditions of exacerbation of social and economic crisis are investigated. The basic tendencies of the growth of PR-services market and the factors of the formation of reputation management of enterprises are considered. As a result, three main trends, such as “nicheization”, the use of the Internet as the main source of news information and print media as a source of analytical information and oligopolization of the business media market have been identified.*

*The concept of corporate communications in a crisis economy has been developed. It is determined that under current conditions, PR tools of reputation management and media communications will continue to prevail over event communications, while at the same time there will be a crisis optimization of budgets, which will be reflected in the personnel component of the reputation management system of enterprises and the demand for PR specialists. The practice of the transfer of management promotion functions to outsourcing, complete elimination of internal structural units, or the use of less qualified personnel in them, that may affect the quality of work, have been identified. The necessity to provide a certain level of representation expenses and other means of maintaining loyalty in companies, where systematic reputation management is carried out, has been shown, which will allow holding down the connection with the most influential media. The increase of interest in Internet PR due to its lower capital intensity comparing to other communication channels and the reduction of media due to the contraction of advertising and PR market have been predicted.*

*It is recommended to optimize the organizational component of PR at the enterprises by regulating the business processes of reputation management that in practice means the necessity for the development of an internal regulatory framework and implementation tools.*

*Keywords: management, reputation, administration, services, development, risk, reputation management.*

### Постановка проблеми

Нинішнє падіння економічної кон'юнктури, що має глибоке соціально-політичне коріння, змінює не лише параметри фінансової ефективності вітчизняного бізнесу, але і деформує, змушуючи пристосовуватись до нових економічних реалій, системи менеджменту підприємств. На національну соціально-політичну канву накладаються загальносвітові тенденції прискореної постіндустріалізації економіки, діджиталізації (англ. digital - цифровий) комунікацій підприємства зі стейкхолдерами та глобалізації інформаційного простору.

Репутаційний менеджмент як частина загальної системи управління присутній на вітчизняних підприємствах фрагментарно, найчастіше в формі PR-діяльності. Таким чином, криза, як зовнішній стимул до вдосконалення систем менеджменту, є водночас і стимулом до подолання зазначеної фрагментарності, добудови тих елементів системи репутаційного менеджменту, які на вітчизняних підприємствах до цього часу були відсутні. Все це необхідно для осучаснення систем управління вітчизняних підприємств задля підвищення їх конкурентоспроможності та стійкості розвитку економіки України в цілому.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблематика дослідження репутаційного менеджменту розвивається здебільшого західними науковцями, такими, як А. Грегори [1], Г. Даулінг [1, 2], Ч. Фомбран [3], Ф. Джефкінс та Д. Ядін [4], П. Уотсон, П. Нобл [5], Джим Макнамара [6], Девід М. Дозієр [7]. При цьому дослідженням розвитку репутаційного менеджменту вітчизняних підприємств не приділяється належної уваги. І, зокрема, поза увагою науковців залишаються особливості кризового реформування і потреби щодо осучаснення та системного розвитку репутаційного менеджменту на вітчизняних підприємствах.

### Формулювання мети дослідження

Зважаючи на актуальність проблеми, метою даної публікації є дослідити нинішні тенденції кризь призму їх формуючого впливу на репутаційний менеджмент вітчизняних підприємств та виокремити основні тенденції, що відбуваються у репутаційному менеджменті вітчизняних підприємств в умовах економічної кризи.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Основним інструментом реалізації заходів з формування репутації вітчизняними підприємствами є PR, який, в свою чергу, використовує інструменти медійної (через ЗМІ) та подієвої (через спеціально



організовані заходи) комунікації зі стейкхолдерами підприємства задля формування його цільової репутації. В умовах економічної кризи вітчизняні підприємства, оптимізуючи витрати, скорочують і витрати на PR-комунікації. Останні можуть здійснюватись як силами внутрішньої PR-служби підприємства, так і передаватись на аутсорсинг зовнішній PR-агенції. Відзначимо, що внаслідок нинішньої економічної кризи український ринок PR-послуг, так само, як і ринок прямої реклами, серйозно постраждав. PR-бюджети конгломератів, великих і середніх компаній зменшилися на 30-70%. При цьому дати однозначну оцінку обсягів скорочення фінансових ринку неможливо, оскільки в Україні немає чіткого класифікатора комунікаційних послуг, які б були визнані саме PR-послугами.

У той же час, криза здійснила дуже корисний оздоровчий вплив на умови розвитку репутаційного менеджменту вітчизняних підприємств. Так не витримали конкуренції і пішли з ринку ті PR-компанії (PR-агенції), які не здатні створити цінність для своїх клієнтів, і не володіють сучасними PR-технологіями. Залишилися найсильніші – ті, у кого є професійна команда, авторитет на ринку, стабільний портфель замовлень. У результаті такої «селекції» попит на PR-послуги лідерів ринку істотно виріс.

Звернемося до тенденцій, що нині відбуваються на рівні каналів медійної комунікації і впливають на розвиток ринку PR-послуг та формування репутаційного менеджменту підприємств. Так, тенденції розвитку вітчизняного ринку ділових ЗМІ нині визначаються трьома факторами:

- вектором еволюції читачької аудиторії;
- досягненнями науково-технічного прогресу (діджиталізацією інформаційного простору);
- закономірностями розвитку медіаекономіки як галузі.

Розглянемо ці чинники детальніше і почнемо з еволюції читачької аудиторії. Основні інформаційні потреби читачів ділових ЗМІ нині тісно пов'язані з професійним ростом і самоідентифікацією економічно активних громадян (зокрема, усвідомленням приналежності до професійних співтовариств). Тобто видання цього типу слугують не тільки джерелом новин, що дозволяють бути в курсі подій, але і забезпечують отримання нових знань щодо теорії і практики управління. Найближчим часом цей вектор навряд чи зміниться, тому його закономірним наслідком стане подальше розширення все ще досить монолітного ринку ділових ЗМІ за критерієм змісту (контенту). Це передбачає спеціалізацію видань і акцент на задоволенні головної потреби: в інформації (щоденні газети, електронні постійно оновлювані версії ЗМІ з більш низькою частотою виходу), в знаннях (спеціалізовані видання для фінансистів, маркетологів, PR- та HR-фахівців, галузеві видання), в зразках для наслідування (case-story людей і компаній, що вважаються успішними). Безумовно, видання формату «інформаційний супермаркет» залишаться, однак їх перелік не буде широким. Крім того, можна прогнозувати появу видань, які претендують на luxury-статус (так звані видання "для обраних"). Крім того, існуючі тенденції «мислення картинками» і потреби постійного підвищення кваліфікації робить затребуваними аудіовізуальні ділові ЗМІ – радіо, телебачення.

Другим чинником, що визначає еволюцію медіапростору і здійснює формуючий вплив на умови розвитку репутаційного менеджменту, є науково-технічний прогрес. Так інтернет-технології вже давно стали невід'ємною частиною життя бізнес-спільноти, наслідком чого є два важливих зміни в «образі читання» ділових людей. По-перше, електронна версія для ЗМІ стає must be, її відсутність у видання – ознака невідповідності даного ЗМІ стандартам сучасності. По-друге, діджиталізація розвивається разом з глобалізацією інформаційного простору, і для англомовних читачів, яких стає все більше, вітчизняні ЗМІ вже не є єдиним можливим варіантом отримання інформації.

Третім чинником, що нині впливає на формування репутаційного менеджменту через зміни на вітчизняному медіаринку, є структуризація так званого «ділового» сегменту зазначеного ринку. Ринок ділових ЗМІ, як і вся медіаекономіка, є сильно фрагментованим. Однак, згідно з об'єктивним законом економіки, будь-який фрагментований ринок з часом прагне до консолідації. Тому майбутнє українського ринку ділових ЗМІ - за сильними брендами, що належать потужним медіахолдингам.

Тобто трьома рушійними силами розвитку ринку ділових ЗМІ відповідатимуть три тренда:

- «нішізація» ринку ділових ЗМІ, вихід за межі текстових (друкованих, електронних форматів);
- Інтернет як основне джерело новинної інформації, друковані ЗМІ - як основне джерело аналітичної інформації;
- консолідація ринку, що веде до формування олігополістичного ядра з числа вітчизняних і зарубіжних ЗМІ.

В умовах економічної кризи надзвичайно важливою є стійка лояльність споживачів – це один з критичних факторів, що перешкоджають зменшенню обсягу продажів і клієнтської бази. І репутаційний менеджмент підприємств має спрямовуватись на забезпечення підтримки такої лояльності. На практиці це означає, що в ситуації, яка склалася, підприємство як суб'єкт комунікаційної активності повинно засобами PR переконати стейкхолдерів не переходити з їхнього бренду на інший бренд тільки тому, що там порівняно вигідніша ціна або приваблива промо-акція. І, відповідно, необхідно переконувати не йти до інших постачальників і підрядників, умови роботи з якими навряд чи відрізняться в кращу сторону від моделі організації відносин з нашим підприємством як звичним багаторічним партнером.

Тому на концептуальному рівні необхідно, щоб застосований комплекс аргументів «спонукання до лояльності» виглядав максимально переконливо і не суперечив реальній практиці діяльності підприємства та його дійсних взаємовідносин зі стейкхолдерами. Key messages репутаційного менеджменту засобами PR повинні інформувати стейкхолдерів, що підприємство дійсно входить в положення своїх клієнтів і намагається якщо не мінімізувати їхні втрати в результаті кризи, то, щонайменше, спробувати дещо поліпшити їх фінансовий стан партнерськими пільгами та бонусами. Причому ці твердження повинні відповідати дійсності - тобто ці самі бонуси в обов'язковому порядку повинні з'явитися, а не залишитися на папері.

Крім того, в умовах кризи контент (зміст повідомлень) всіх корпоративних комунікацій за своєю тональністю повинен бути стримано оптимістичним: мовляв, ми розуміємо, що в країні криза, але давайте об'єднаємо зусилля, виживемо разом і станемо лідерами своїх ринків завдяки співпраці. Виключно важливо в часи економічної кризи приділяти увагу внутрішньому PR. По суті, необхідно інструктувати співробітників таким чином, щоб при виконанні своїх службових обов'язків вони дійсно були максимально чемні і ввічливі по відношенню до існуючих клієнтів. Тобто, в умовах кризи є виправданим введення нових норм корпоративного кодексу в частині етики відносин зі споживачами.

Помилка, якої нині допускають, на жаль, багато підприємств в гонитві за ліквідністю, полягає в прагненні їх змусити клієнтів якомога скоріше погасити існуючу дебіторську заборгованість. Причому деякі підприємства діють превентивно: починають пред'являти такого роду вимоги ще до того, як зазначена заборгованість виникла. І якщо це відбувається, ніякі лицемірні PR-запевнення не будуть переконливими і ефективними. Криза - це так би мовити "лакмусовий папірець", індикатор не тільки конкурентоспроможності бізнесу, але і міцності відносин зі стейкхолдерами. І завдання репутаційного менеджменту в цілому та PR як його інструменту за нинішніх кризових умов є як ніколи складним. Репутаційний менеджмент має стати каталізатором реального впровадження в практику роботи підприємств принципів інтегрованого брендингу та покликаний забезпечити, щоб слово, звернення до клієнта, не розходилося з реальними справами.

Криза навряд чи вплине на сам PR-інструментарій репутаційного менеджменту, і медіа-комунікації будуть продовжувати превалювати над подієвими комунікаціями. При цьому самі медіа-комунікації, в частині динаміки їх кількості, будуть відчувати такі коливання: на першому етапі їх кількість зменшиться (оптимізація витрат, скорочення бюджетів); на другому - різко зросте, можливо до докризового рівня (як рефлексія на різке, відчутне скорочення продажів і намагання їх відновити), на третьому - стабілізується на «рівні підтримки» існуючих обсягів продажу, тобто приблизно на рівні мінус 30% до передкризової точки відліку.

Кризова оптимізація бюджетів на PR-активність закономірно викликає ряд тенденцій в умовах здійснення репутаційного менеджменту:

– у зв'язку з кризою очікувано зросте інтерес до інтернет-PR в силу його меншої капіталомісткості в порівнянні з іншими каналами комунікації;

– PR-фахівці тих фінансово-стійких компаній, що виживуть в часи економічної кризи, отримають можливість відчувати себе так би мовити "королями становища", диктуючи умови збіднілим в наслідок кризи ЗМІ;

– кількість ЗМІ продовжуватиме зменшуватись в наслідок скорочення ринку реклами та PR;

– у той же час, прес-події, представницькі витрати та інші засоби забезпечення лояльності в компаніях, де здійснюється системний репутаційний менеджмент, залишаться захищеними статтями PR-бюджету, щоб не втратити зв'язку з найбільш впливовими ЗМІ.

Криза, безумовно, відбивається на кадровій складовій системи репутаційного менеджменту підприємств, на затребуваності PR-фахівців. У корпоративному секторі є два найбільш вірогідних варіанти:

– управлінські функції просування (маркетинг, включаючи рекламу, і PR як окрема функція) будуть передані на аутсорсинг, а внутрішні структурні підрозділи повністю ліквідовані або буде залишений ключовий фахівець (начальник підрозділу). У багатьох випадках це поставить хрест на системній роботі по формуванню репутації (поодинокі агенції на ринку мають достатній організаційний ресурс і кадровий потенціал, щоб обслуговувати клієнтів системно на абонентських умовах, а не спорадична підтримка окремих проєктів. В той час, як одному штатному фахівцеві навіть в середньому бізнесі виконувати весь спектр PR-робіт не під силу);

– внутрішні підрозділи збережуться, але їх укомплектують менш кваліфікованими і більш дешевими кадрами, і від цього якість роботи також постраждає.

Що стосується PR-агентств і їх фахівців, то тут виживуть найсильніші. Дрібні агентства будуть змушені піти з ринку в силу згорання клієнтської бази і бюджетів, що виділяються на просування. Пропозиція кваліфікованих кадрів на ринку зросте, тому у економічно стійких PR-агентств відкриваються можливості залучення кваліфікованих працівників і зміцнення свого кадрового потенціалу.

Оптимізувати організаційну компоненту PR на підприємствах в часи економічної кризи, як це не парадоксально, можна тільки шляхом регламентації бізнес-процесів репутаційного менеджменту. Стандартизація комунікацій (за часом передачі інформації, за формою передачі інформації, у напрямку

передачі інформації) на практиці означає необхідність наявності внутрішньої нормативної бази та інструментарію імплементації, а саме, таких документів і механізмів, як:

- Положення про організацію зв'язків з громадськістю та забезпеченні інформаційної безпеки;
- порядок інформаційного обміну між підрозділами;
- реєстр інформації, яка не підлягає розголошенню
- управлінська звітність (механізм створення бази інформаційних приводів для зовнішньої PR-стратегії);
- механізм оповіщення (корпоративне друковане видання або Інтернет-розсилка);
- механізм систематичного обміну ідеями співробітників (інструменти Knowledge Management: Інтранет-портал і т.п.).

Однак це лише перший крок на шляху підготовки до можливого виникнення кризової ситуації. Захист репутації підприємства від недобросовісних методів конкуренції, системних трансформацій макроекономічного рівня або безвідповідальних заяв чиновників повинен бути органічно вбудованим в корпоративну систему антикризового менеджменту і ризик-менеджменту. А це, в свою чергу, передбачає:

- існування плану SOS (плану дій в надзвичайних ситуаціях);
- розробку процедур реалізації плану в умовах зміни маршрутів руху інформаційних потоків і ланцюжки прийняття рішень;
- призначення особи, відповідальної за єдину інформаційну політику, і створення ради з інформаційної політики;
- отримання в режимі реального інформації про стан зовнішнього середовища;
- ведення роз'яснювальної роботи серед персоналу, проведення ділових ігор з відпрацювання дій в рамках плану SOS щодо підтримки та захисту репутації підприємства.

Тільки за умови, якщо на підприємстві реалізовано комплекс заходів щодо вчасної ідентифікації ризиків і визначено шляхи їх мінімізації / нейтралізації, антикризовий репутаційний менеджмент і, зокрема, PR буде успішним.

#### Висновки

У відповідності з поставленою метою дослідити нинішні тенденції кризь призму їх формуючого впливу на репутаційний менеджмент вітчизняних підприємств та виокремити основні тенденції, що відбуваються в репутаційному менеджменту вітчизняних підприємств в умовах економічної кризи і сформулювати напрямки розвитку менеджменту під впливом зазначених тенденцій на перспективу, автором сформульовано такі висновки:

- управлінські функції просування (маркетинг, включаючи рекламу, і PR як окрема функція) будуть передані на аутсорсинг, а внутрішні структурні підрозділи повністю ліквідовані або буде залишений ключовий фахівець (начальник підрозділу); внутрішні підрозділи збережуться, але їх укомплектують менш кваліфікованими і більш дешевими кадрами, і від цього якість роботи також постраждає;
- у той же час, прес-події, представницькі витрати та інші засоби забезпечення лояльності в компаніях, де здійснюється системний репутаційний менеджмент, залишаться захищеними статтями PR-бюджету, щоб не втратити зв'язку з найбільш впливовими ЗМІ.
- у зв'язку з кризою очікувано зросте інтерес до інтернет-PR в силу його меншої капіталомісткості в порівнянні з іншими каналами комунікації; кількість ЗМІ продовжуватиме зменшуватись в наслідок скорочення ринку реклами та PR;
- оптимізувати організаційну компоненту PR на підприємствах в часи економічної кризи можна шляхом регламентації бізнес-процесів репутаційного менеджменту.

В ході подальших досліджень буде приділено увагу детальному аналізу процесів розвитку репутаційного менеджменту підприємств з урахуванням специфіки різних галузей економіки України.

#### Список використаної літератури

1. Gregory Anne. Planning and Managing Public Relations Campaigns: A Strategic Approach (PR in Practice) / Anne Gregory. – Publisher : Kogan Page; 4 ed., 2015. – 224 p.
2. Dowling Grahame. Creating Corporate Reputations / Grahame Dowling. – Oxford University Press, 2002. – 320 p.
3. Даулинг Грэм. Репутация фирмы: создание, управления и оценка эффективности / Грэм Даулинг ; пер. с англ. – М.: Консалтинговая группа «ИМИДЖ-Контакт»; ИНФРА-М., 2003. – 367 с.
4. Fombrun C.J. Fame and fortune: How successful companies build winning reputations Text / C.J. Fombrun, C.M. Van Riel. – N. J. : Financial Times/Prentice Hall, 2003 – 304 p.
5. Jefkins Frank. Public Relations / Frank Jefkins, Daniel Yadin // Financial Times. – 1998. – 293 p.
6. Уотсон П. Методи оцінки діяльності PR-підрозділу компанії: Найкраще практичне керівництво з планування, досліджень та оцінки зв'язків з громадськістю / П. Уотсон, П. Нобл.; пер. з англ. – Дніпропетровськ : Баланс Бізнес Бук, 2006. – 272 с.

7. Macnamara Jim. PR Metrics: How to Measure Public Relations and Corporate Communication [Electronic source] / Jim Macnamara. – Access mode : <http://amecorg.com/wp-content/uploads/2011/10/PR-Metrics-Paper.pdf>.
8. Dozier David M. Manager's Guide to Excellence in Public Relations and Communication Management (Routledge Communication Series) / David M. Dozier, Larissa A. Grunig, James E. Grunig. – 1995. – Routledge. – 272 p.

#### References

1. Gregory Anne. Planning and Managing Public Relations Campaigns: A Strategic Approach (PR in Practice). Anne Gregory. – Publisher: Kogan Page; 4 ed., 2015. 224 p.
2. Dowling Grahame. Creating Corporate Reputations. Grahame Dowling. Oxford University Press, 2002. 320 p.
3. Daulynh Hrem. Reputatsiya firmy: sozdanye, upravleniya y otsenka efekty-vnosity / Hрэм Daulynh; per. s anhl. Moscow, Konsal'tynhovaia hruppa «YMYDZh-Kontakt»: YNFRA-M., 2003. 367 p.
4. Fombrun C.J. Fame and fortune: How successful companies build winnings reputations Text. C.J. Fombrun, C.M. Van Riel. – N. J. : Financial Times/Prentice Hall, 2003 – 304 p.
5. Jefkins Frank. Public Relations / Frank Jefkins, Daniel Yadin. Financial Times, 1998. 293 p.
6. Uotson P. Metody otsinky diialnosti PR-pidrozdilu kompanii: Naikrashche praktychne kerivnytstvo z planuvannia, doslidzhen ta otsinky zviazkiv z hromadski-stiu. P. Uotson, P. Nobl; per. z anhl. – Dnipropetrovsk, Balans Biznes Buk, 2006. 272 p.
7. Macnamara Jim. PR Metrics: How to Measure Public Relations and Corporate Communication [Electronic source]. Jim Macnamara. – Access mode: <http://amecorg.com/wp-content/uploads/2011/10/PR-Metrics-Paper.pdf>.
8. Dozier David M. Manager's Guide to Excellence in Public Relations and Communication Management (Routledge Communication Series). David M. Dozier, Larissa A. Grunig, James E. Grunig. – 1995. – Routledge. – 272 p.

УДК 338.24

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.20](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.20)

В.В. КОВАЛЬОВ

Херсонський державний університет  
ORCID: 0000-0002-3854-1799

## ЕКОНОМІЧНА СУТНІСТЬ ЗБАЛАНСОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ

*У статті висвітлено економічну сутність збалансованої системи показників. На основі огляду літературних джерел зроблено висновок, що ключовою відмінністю збалансованої системи є те, що фінансові та нефінансові індикатори інтегруються з урахуванням причино-наслідкових зв'язків між результативними показниками і ключовими факторами, під впливом яких вони формуються.*

*Доведено значення збалансованої системи як складової частини управління підприємством та бази для побудови стратегії розвитку господарюючого суб'єкту.*

*Розглянуто ускладнення пов'язані із впровадженням збалансованої системи показників на підприємствах у розрізі проблем пов'язаних із визначенням стратегічних цілей, проблем пов'язаних із вибором показників та проблем пов'язаних із людським фактором. Водночас у статті підкреслюється, що система є інструментом підвищення ефективності діяльності підприємства і дозволяє господарюючим суб'єктам вирішити цілу низку проблем. У зв'язку із чим, висвітлені основні напрями застосування даної системи показників.*

*Визначена мета та принципи збалансованої системи показників. Описані основні функції показників системи: перетворююча, стимулююча, нормативна та контролююча.*

*Окреслені основні етапи побудови збалансованої системи показників: визначення стратегічної мети; розподіл її за рівнями управління, відповідно функціональним цілям; визначення основних факторів успіху та відповідних їм показників ефективності.*

*Рекомендовано використання збалансованої системи для аналізу господарської діяльності суб'єкта господарювання; прогнозування проблем та запобігання їх появі; поєднання стратегічного та оперативного управління; контролювання фінансових та не фінансових показників діяльності господарюючого суб'єкта.*

*Ключові слова: збалансована система показників, управління, стратегія, інструмент.*

В.В. КОВАЛЕВ

Херсонский государственный университет  
ORCID: 0000-0002-3854-1799

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

*В статье освещена экономическая сущность сбалансированной системы показателей. На основе обзора литературных источников сделан вывод, что ключевым отличием сбалансированной системы является то, что финансовые и нефинансовые индикаторы интегрируются с учетом причинно-следственных связей между результирующими показателями и ключевыми факторами, под влиянием которых они формируются.*

*Доказано значение сбалансированной системы как составной части управления предприятием и базы для построения стратегии развития хозяйствующего субъекта.*

*Рассмотрены осложнения связанные с внедрением сбалансированной системы показателей на предприятиях в разрезе проблем связанных с определением стратегических целей, проблем, связанных с выбором показателей и проблем, связанных с человеческим фактором. В то же время в статье подчеркивается, что система является инструментом повышения эффективности деятельности предприятия и позволяет хозяйствующим субъектам решить целый ряд проблем. В связи с чем, освещены основные направления применения данной системы показателей.*

*Определена цель и принципы сбалансированной системы показателей. Описаны основные функции показателей системы: преобразующая, стимулирующая, нормативная и контролирующая.*

*Очерчены основные этапы построения сбалансированной системы показателей: определение стратегических целей; распределение ее по уровням управления, согласно функциональным целям; определение основных факторов успеха и соответствующих им показателей эффективности.*

*Рекомендовано использование сбалансированной системы для анализа хозяйственной деятельности предприятия; прогнозирования проблем и предотвращения их появления; сочетание стратегического и оперативного управления; контроль финансовых и нефинансовых показателей деятельности хозяйствующего субъекта.*

Ключевые слова: сбалансированная система показателей, управление, стратегия, инструмент.

V. KOVALEV  
Kherson State University  
ORCID: 0000-0002-3854-1799

## ECONOMIC SUBSTANCE OF A BALANCED SCORECARD

*The article deals with an economic substance of a balanced scorecard. On the basis of the literary sources review, it was concluded that the key difference of a balanced system is the fact that financial and non-financial indicators are integrated, taking into account the cause and effect relationships between the resulting indicators and the key factors under the influence of which they are formed.*

*The importance of the balanced system as an integral part of enterprise management and a basis for the construction of development strategy for a business entity has been proved.*

*The problems connected with implementing a balanced scorecard at the enterprises in the context of issues related to the determination of strategic goals, criteria selection and a human factor are considered. At the same time, it is emphasized that the system is a tool for improving the efficiency of the enterprise and allows business entities to solve a number of problems. Therefore, the main areas of application of the given scorecard are highlighted.*

*The goal and principles of a balanced scorecard have been identified. The basic functions of system indicators are described: transformative, stimulating, normative and controlling.*

*The main stages of the construction of a balanced scorecard, such as defining a strategic goal, its distribution by management levels according to functional goals, identifying the key success factors and their appropriate performance indicators are outlined.*

*It is recommended to use a balanced system for analyzing the economic activity of the business entity; for forecasting problems and preventing their appearance; in a combination of strategic and operational management; for controlling financial and non-financial performance of a business entity.*

*Keywords: balanced scorecard, management, strategy, tool.*

### Постановка проблеми

В сучасних умовах господарювання управлінські рішення спрямовані на вибір оптимального вирішення певної управлінсько-організаційної задачі. Прийняття управлінського рішення менеджерами суб'єкта господарювання здійснюється на основі аналізу внутрішньої та зовнішньої інформації.

В умовах конкурентного середовища діяльність суб'єктів господарювання пов'язана не тільки з завоюванням певного положення на ринку, але й його збереження. Вирішити цю проблему тільки за рахунок оптимізації бізнес-процесу не можливо. Потрібен комплексний підхід, єдина стратегія розвитку та підвищення ефективності господарювання. Наявність у господарюючого суб'єкта ефективної системи стратегічного управління дає йому можливість покращити фінансові показники, якість управлінських рішень, а також швидко адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Впровадження збалансованої системи показників як методу управління здатне активізувати функції управління, які спрямовані на вирішення економічних проблем господарюючого суб'єкта.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Збалансованій системі показників в теоретичному та практичному аспекті присвячено багато праць вітчизняних та зарубіжних авторів. Серед них необхідно виділити роботи таких зарубіжних дослідників, як Каплан Роберт С., Нортон Дейвід П., Рон Персон, Пол Р. Нівен, Пармендер Д., Рамперсад К., Гері Кокінз, Петер Хорварт, Горскій Мікаел. Серед вітчизняних науковців це питання розкрито в працях: Гершун А.М., Ананенко С.О., Пан Л.В., Нефедьєва Ю.С., Ваганян О.Г., Тарасюк Г.М., Курбатов В.А., Кочнев О.Ф., Богдан І.В., Дмитрієва О.О., Герасімов Є.Ю., Олексів І.Б., Пестрецова О.І., Хотомлянський О.Л., Федосєєв А.А., Кльоба Л.Г., Мачкур Л.А.

Проте окремі питання щодо впровадження та застосування збалансованої системи показників на підприємстві потребують удосконалення та подальшого розвитку.

### Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є розкриття економічної сутності збалансованої системи показників.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Концепція збалансованої системи показників (ЗСП) була розроблена на початку 90-х років ХХ століття Гарвардською бізнес-школою під керівництвом Каплана Р. та Нортана Д. з метою усунення недоліків класичної системи показників [3].

Базуючись на емпіричних дослідженнях, Каплан Р. та Нортан Д. довели, що успішні компанії в своїх системах цілей враховують, як мінімум, чотири перспективи: фінанси; клієнти; внутрішні бізнес-процеси; навчання та зростання [1, с. 62].

Збалансована система показників – це система стратегічного управління суб'єктом

господарювання на підставі вимірювання та оцінки ефективності його діяльності за набором показників, які враховують всі аспекти його діяльності [2, 4, 5, 6].

Фригардом Х.Р. та Шмидтом В. було відмічено те, що «збалансована система показників - це більше, ніж відомості воедино зведеної важливих інформації про підприємство, більше, чим доцільна система показників, більше ніж надійний інструмент контролю. Збалансована система показників – це все перераховане одночасно» [10, с. 358].

Олве Н.Г., Петри К.-Й., Рой Ж., Рой С. вважають, що збалансована система показників доповнює систему фінансових параметрів вже здійсненого в минулому системою оцінок перспектив. Основний акцент в ЗСП робиться на оцінку досягнення фінансових результатів, яка доповнюється не фінансовими показниками діяльності. За допомогою ЗПС можливо не тільки аналізувати фінансові результати алей одночасно брати участь в створенні нових можливостей та регулювати створення нематеріальних активів для подальшого зростання [7, с. 189].

Концепція ЗСП відрізняється від інших концепцій тим, що фінансові та нефінансові індикатори інтегруються з урахуванням причино-наслідкових зв'язків між результируючими показниками і ключовими факторами, під впливом яких вони формуються. На думку Неррекліта Х. «ЗСП – це інструмент, що систематично розширює сфери виміру, які традиційно пов'язували з управлінням» [11].

ЗСП є платформою для інтеграції використовуваних елементів управління [1, с. 53].

У зв'язку з тим що ЗСП характеризує господарську діяльність суб'єкта господарювання, а всебічний економічний аналіз є обслуговуючою функцією управлінського апарату, у тому числі стратегічного, ефективність їх використання може залежати від того, на скільки достовірно вдається визначити проблеми діяльності конкретного суб'єкта господарювання та визначити метод колекційного впливу.

ЗСП не є тільки обліковою системою управління, вона є складовою частиною управління підприємством, а також може бути її ядром.

Базуючись на концепції побудови збалансованої системи показників, господарюючий суб'єкт може визначити стратегію свого подальшого розвитку:

- сформулювати обгрунтовану стратегію;
- розтлумачити стратегію всім працівникам;
- погодити оперативний та стратегічний рівень управління;
- здійснити оцінку результатів діяльності персоналу з погляду реалізації стратегії, використовуючи базові показники ефективності;
- трансформувати стратегічні цілі в дієвий план оперативної діяльності підрозділів та персоналу;
- попередити виникнення кризових ситуацій та інше.

При впровадженні ЗСП, німецькі та американські підприємства зіткнулися з наступними проблемами, а саме [3, 4, 1, 9]:

а) проблеми пов'язані з вибором стратегічних цілей:

- визначений невірний напрям, що створює хибний результат, який не відповідає реальності;
- відсутнє розуміння перспективної цілі, зроблений акцент на короткострокових показниках;
- беруться до уваги тільки фінансові показники та цілі.

б) проблеми пов'язані з вибором показників:

- відсутність зв'язків між показниками та цілями компанії;
- мала чи велика кількість показників, які використовувалися;
- за основу взяті показники, вимірювання яких дорожче, чим досягнутий результат.

в) проблеми пов'язані з людським фактором:

- при визначенні показника не враховується погляд виконавця;
- при недосягненні запланованих результатів показників, менеджер шукає хто винен, а не причину невдачі;

- показники контролюються не постійно;
- збирається не правдива інформація.

Використання ЗСП як інструменту підвищення ефективності діяльності дозволить господарюючим суб'єктам вирішити цілу низку проблем, а саме:

- врахувати зовнішні чинники діяльності шляхом включення до моніторингової системи суб'єкта господарювання показників нефінансового характеру;

- виявити та усунути слабкі місця у своїй діяльності;

- використовуючи причинно-наслідкові зв'язки показників в системі ЗСП своєчасно виявляти причини погіршення фінансових результатів;

- в процесі діяльності з'являється можливість швидко та оперативно коригувати управлінські рішення;

- підвищити свою конкурентоспроможність та покращити інвестиційно-інноваційну привабливість.

До основних напрямків застосування ЗСП відносять:

- оцінка ефективності діяльності господарюючого суб'єкта;
- оптимізація організаційної структури підприємства;
- побудова адекватної системи мотивації;
- поєднання стратегії з оперативною діяльністю та бюджетом;
- мінімізація витрат суб'єкта господарювання;
- виявлення інноваційних можливостей підприємства та підвищення ефективності процесу управління ними.

Основною метою впровадження ЗСП для господарюючих суб'єктів є створення системи управління, яка дозволить:

- планомірно реалізувати стратегічні плани, контролюючи реалізацію стратегії за допомогою основних показників ефективності;
- забезпечити реалізацію стратегії постійної діяльності усіх підрозділів, здійснюючи управління за допомогою планування, обліку, контролю та аналізу збалансованих показників, а також мотивації персоналу на їх досягнення;
- миттєво реагувати на зміни;
- прив'язати мету суб'єкта господарювання до діяльності персоналу.

Основними принципами для створення ЗСП для суб'єктів господарювання є:

- використовувати максимальну кількість показників. При створенні ЗСП необхідно використовувати показники ефективності, додатково використовувати інформаційні данні які раніше не використовувалися, при цьому для моніторингу досягнутих результатів ключових показників ефективності необхідно буде змінити облікову політику як фінансового так і управлінського обліку. Також необхідно буде формувати бізнес-процеси, залучити фахівців, які б здійснювали аналіз діяльності різних підрозділів в контексті мети суб'єкта господарювання, та контролювали ключові показники ефективності господарюючого суб'єкта в цілому.

- дотримуватися балансу між показниками результативності та випереджаючими, що дасть можливість оцінити не тільки досягнуті результати діяльності суб'єкта господарювання, але й визначити на скільки діяльність господарюючого суб'єкта відповідає ситуації на ринку.

Для того, щоб збалансована система добре працювала, її показники повинні виконувати наступні функції:

- перетворююча функція: переведення на операційний рівень та визначення показників для досягнення мети та результатів;
- стимулююча функція: поточний облік результатів показників з метою заохочення осіб які відповідають за їх виконання;
- нормативна функція: визначення критичного значення показників як кінцевих значень діяльності компанії;
- контролююча функція: поточний облік показників з метою отримання інформації про відхилення отриманих показників від запланованих результатів [8, с. 348].

Етапами розробки оптимальної ЗСП є:

- визначення стратегічної мети;
- розподіл її за рівнями управління, відповідно функціональним цілям;
- визначення основних факторів успіху та відповідних їм показників ефективності.

#### Висновки

Сутність концепції збалансованої системи показників полягає в тому, що традиційні фінансово-економічні показники є недосконалими для визначення стратегічного розвитку суб'єкта господарювання. Для досягнення успіху необхідно мати оптимальний набір показників діяльності господарюючого суб'єкта, який дозволить контролювати фактори, що впливають на його економічний стан.

Складовими ЗСП можуть бути різні показники і за кількістю, і за змістом, залежно від цілей та місії господарюючого суб'єкта та напрямів його стратегічного розвитку.

ЗСП дає можливість:

- аналізувати господарську діяльність суб'єкта господарювання;
- прогнозувати проблеми та запобігати їх появі;
- поєднати стратегічне та оперативне управління;
- контролювати фінансові та не фінансові показники діяльності господарюючого суб'єкта.

#### Список використаної літератури

1. Внедрение сбалансированной системы показателей / Horvath & Partners; пер. с нем. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. - 478 с.
2. Гершун А. Технологии сбалансированного управления / А. Гершун, М. Горский. – М.: Олимп-Бизнес, 2005. – 415 с.



3. Каплан, Р.С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон / Пер. с англ. - М.: Олимп-Бизнес, 2004. - 320 с.
4. Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П. Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес-среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей / С. Роберт Каплан, П. Дейвид Нортон ; пер. с англ. – М. : Олимп-Бизнес, 2004. – 416 с.
5. Мицкевич А. Структура сбалансированной системы показателей фирмы / А. Мицкевич // Экономические стратегии. – 2004. – №5-6. – С.132-137.
6. Олексів І.Б. Побудова системи збалансованих показників підприємства на основі моделі одночасних рівнянь / І.Б. Олексів // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». - 2006. – №12. – С. 132-138.
7. Олве Н.Г. и др. Баланс между стратегией и контролем / Н.Г. Олве, К.-Й. Петри, Ж. Рой, С. Рой; пер. с англ. – СПб. : Питер, 2005. – 320 с.
8. Прайснер А. Сбалансированная система показателей в маркетинге и сбыте / А. Прайснер. – М.: Издательский дом Гребенникова, 2007. – 589 с.
9. Фридаг Х. Р. Сбалансированная система показателей: руководство по внедрению / Х. Р. Фридаг, В. Шмидт; пер. с нем. М. Реш. – М.: Омега-Л, 2006. – 267 с.
10. Хервиг Ф.Р. Сбалансированная система показателей: руководство по внедрению / Р. Фригар Хервиг., Вальтер Шмидт. – М.: Омега-Л, 2006. - 690 с.
11. Kaplan R.S. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action / R.S. Kaplan, D.P. Norton. - Boston (Ma., USA) : Harvard Business School Press, 1996. – 304 p.

#### References

1. Horvath & Partners Vnedrenye sbalansirovannoi systemu pokazatelei [Implementation of a balanced scorecard]. Moscow, Alpina Business Books, 2006. 478 p.
2. Gershun A. Tekhnolohyy sbalansirovannoho upravleniya [Technologies of balanced management]. Moscow, Olymp-Business, 2005. 415 p.
3. Kaplan, R.S. Sbalansirovannaia sistema pokazatelei. Ot stratelyy k deistviyu [Balanced scorecard. From strategy to action]. Moscow, Olymp-Business, 2004. 320 p.
4. Kaplan Robert S., Norton David P. Orhanyzatsyia, oryentyrovannaia na stratelyiu. Kak v novoi byznes-srede preuspevaiut orhanyzatsyy, prymeniaiuushchye sbalansirovannuiu systemu pokazatelei [Organization based on strategy. How organizations using a balanced scorecard succeed in the new business environment] trans. from English]. Moscow, Olymp-Business, 2004. 416 p.
5. Mitskevich A. Struktura sbalansirovannoi systemy pokazatelei fyrmy [Structure of a balanced system of company indicators]. Economic strategies, 2004, no.5-6. pp.132-137.
6. Olexiv I.B. Pobudova systemy zbalansovanykh pokaznykh pidpriemstva na osnovi modeli odnochasnykh rivnian [Balance indicators system building for enterprises on the basis of the model of one-day equation]. News of the National University "Lviv Polytechnic". 2006, no.12. pp. 132-138.
7. Olve N.G. Balans mezhdru stratelyei y kontrolem [The balance between strategy and control]. Saint Petersburg, 2005. 320 p.
8. Praisner A. Sbalansirovannaia sistema pokazatelei v marketynhe y sbyte [Balanced scorecard in marketing and sales]. Moscow, Grebennikov Publishing House, 2007. 589 p.
9. Fridag H.R. Sbalansirovannaia sistema pokazatelei: rukovodstvo po vnedreniyu [Balanced Scorecard: Implementation Guide] Transl. from Deutsch. Moscow, Omega-L, 2006. 267 p.
10. Herwig F.R. Sbalansirovannaia sistema pokazatelei: rukovodstvo po vnedreniyu [Balanced Scorecard: Implementation Guide]. Moscow, Omega-L, 2006. 690 p.
11. Kaplan R.S. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action / R.S. Kaplan, D.P. Norton. - Boston (Ma., USA): Harvard Business School Press, 1996. 304 p.

УДК [005.954:657.6]:005.92:004.63

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.21](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.21)

О. ЛЕБЕДИНСКА

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

## PROBLEMS AND PROSPECTS OF CONTROLLING PERSONNEL IN UKRAINE

*Effective business management depends on timely, quick and adequate response to changing market conditions, the company that provides not only new opportunities but also provokes certain threats. Under these conditions increases the importance of reasonableness, rationality and speed of decision-making. Without good governance, and hence controlling system that provides service-management analytical support to provide resistance and survival in the competition, the formation and implementation of existing development potential, achieving a stable and long-term business success impossible.*

*It is revealed that administrative decisions are accepted by a management subjectively as according to plan-analytical activity at the enterprises mostly does not find support in top-level management more often. A considerable quantity of the enterprises is led by the simplified account and the superficial analysis of the activity, without making plans and budgets of the activity, have no information base for acceptance of the weighed and timely administrative decisions. Mostly there is no activity coordination between structural units, subordination to the current purposes and problems in the absence of complex budgeting, a correcting of plans according to dynamism surrounding environments; the elementary methodical receptions and information technology are used.*

*Studying of features of controlling of the personnel has allowed developing a complex of recommendations about its introduction. Controlling is realized in organizational structure of the enterprise in the form of specialized service which carries out a role of consulting staff body at the supreme administrative personnel which directly supervises its activity. Thus independence and the importance of service of controlling at level of all enterprise is underlined, and the controller from the personnel is made responsible for efficiency of expenses for management of human resources.*

*Keywords: controlling, personnel, controlling personnel, personnel management, staff management.*

О.С. ЛЕБЕДИНСКА

Харківський національний економічний університет  
ім.Семена Кузнеця

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОНТРОЛІНГУ ПЕРСОНАЛУ В УКРАЇНІ

*Ефективне управління підприємством залежить від своєчасної, швидкої і адекватної реакції на мінливу ринкову ситуацію, яка надає підприємству не тільки нові можливості, але й провокує певні загрози. За цих умов підвищується значущість обґрунтованості, раціональності та швидкості прийняття управлінських рішень. Без ефективної системи управління, а отже, і системи контролінгу, яка надає сервісно-аналітичну підтримку менеджменту, забезпечити протистояння та виживання у конкурентній боротьбі, формування та реалізацію наявного потенціалу розвитку, досягнення стабільного та довгострокового підприємницького успіху неможливо.*

*Виявлено, що адміністративні рішення приймаються керівництвом суб'єктивно, оскільки згідно з планово-аналітичною діяльністю на підприємствах частіше не знаходять підтримки в керівництві вищого рівня. Значну кількість підприємств веде спрощений облік та поверхневий аналіз діяльності, не складаючи планів і бюджетів діяльності, не мають інформаційної бази для прийняття зважених та своєчасних адміністративних рішень. Переважно немає координації діяльності між структурними підрозділами, підпорядкування поточним цілям та проблем за відсутності складного бюджетування, корекції планів відповідно до динамічності навколишнього середовища; використовуються елементарні методичні прийоми та інформаційні технології.*

*Вивчення особливостей контролю персоналу дозволило розробити комплекс рекомендацій щодо його запровадження. Контролінг здійснюється в організаційній структурі підприємства у формі спеціалізованої служби, яка виконує роль органу консультативного персоналу у вищому адміністративному персоналі, який безпосередньо контролює його діяльність. При цьому підкреслюється незалежність і важливість служби контролю на рівні всього підприємства, а контролер з персоналу несе відповідальність за ефективність витрат на управління людськими ресурсами.*

*Ключові слова: контролінг, персонал, контролінг персоналу, управління персоналом, менеджмент персоналу*

О.С. ЛЕБЕДИНСКАЯ  
Харьковский национальный экономический университет  
им. Семена Кузнеця

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОНТРОЛЛИНГА ПЕРСОНАЛА В УКРАИНЕ

*Эффективное управление предприятием зависит от своевременной, быстрой и адекватной реакции на меняющуюся рыночную ситуацию, которая предоставляет предприятию не только новые возможности, но и провоцирует определенные угрозы. В этих условиях повышается значимость обоснованности, рациональности и скорости принятия управленческих решений. Без эффективной системы управления, а, следовательно, и системы контроллинга, которая предоставляет сервисно-аналитическую поддержку менеджмента, обеспечить противостояние и выживание в конкурентной борьбе, формирование и реализацию имеющегося потенциала развития, достижения стабильного и долгосрочного предпринимательского успеха невозможно.*

*Выявлено, что управленческие решения принимаются руководством субъективно, поскольку в соответствии с плано-аналитической деятельностью на предприятиях чаще всего не находят поддержки в руководстве высшего уровня. Большое количество предприятий во главе с упрощенным учетом и поверхностным анализом своей деятельности, не составляя планов и бюджетов своей деятельности, не имеют информационной базы для принятия взвешенных и своевременных управленческих решений. В основном отсутствует координация деятельности между структурными подразделениями, подчинение текущим целям и проблемам при отсутствии сложного бюджетирования, корректировка планов в соответствии с динамичностью окружающей среды; используются простейшие методические приемы и информационные технологии.*

*Изучение особенностей контроллинга персонала позволило разработать комплекс рекомендаций по его внедрению. Контролинг реализуется в организационной структуре предприятия в виде специализированной службы, которая выполняет роль консультативного кадрового органа при высшем административном персонале, который непосредственно контролирует его деятельность. При этом подчеркивается самостоятельность и значимость службы контроллинга на уровне всего предприятия, а контролер со стороны персонала привлекается к ответственности за эффективность затрат на управление человеческими ресурсами.*

*Ключевые слова: контролинг, персонал, контролинг персонала, управление персоналом, менеджмент персонала*

### Formulation of the problem

Integration of Ukraine into the European economic space creates calls for improvement of quality of management by the enterprises for support of strategic competitive potential. Along with it necessity of improvement of management of the Ukrainian enterprises regarding improvement of quality and pithiness of the administrative information, improvement of coordination in a control system and with environment, specification of strategic reference points of activity and their display in the operative purposes, have caused a choice of instruments of controlling as tool which deals with unanswered needs of the modern organizations.

The urgency and the importance of introduction of controlling in a control system of the enterprise, necessity of its further adaptation to concrete conditions dynamic environments, specificity of a current situation in the Ukrainian economy, in particular, have defined a choice of a theme of article and its purpose.

### Analysis of recent research and publications

The considerable contribution to working out of scientific positions of the theory controlling was made by native and foreign scientists such as: Aksentjuk M.M., Aniskin J.P., Arefyev O.V., Weber Y., Dajle A., Danilochkina N.G., Degtereva O.O., Demenina O.M., Djakon L.L., Jermasov N.B., Ivashkevich V.B., Karminsky A.M., Kjupper H-J., Lebedev P.V., Olifirov O.V., Mayer E., Mann R., Martjusheva L.S., Panchenko G.S., Petrenko S.M., Petrusevich N.J., Pushkar M.S., Rajhman T., Suhareva L. A., Surfing D., Falko S. G., Fedulov L. I., Folmut H., Khan D, Horvat P., Schneider D., etc.

However in a modern native science a problem of controlling of the personnel in all spheres of economic activities, despite their urgency, remain without attention of scientists. Research of problems of human resource management, efficiency of expenses for the personnel and controlling introduction in a control system of the enterprises carry separated and not complex character.

### Formulation of the purpose of the study

Article purpose is research of problems and working out of recommendations concerning personnel controlling at the native enterprises.

### Outline of the main research material

Controlling as system of support of administrative decisions has been introduced for the first time at the enterprises of the USA in the end of XIX - in the beginning of XX. In native practice controlling as complete

system has started to take root only in the end of XX century. In the theory and practice there is enough considerable quantity of ideas concerning interpretation of essence of controlling and its functions. In the systematized kind it is possible to allocate three basic concepts of controlling: focused on information function (T. Rajhmann, C. Horngren, K. Serfing, A. Koenenber, O. Tereshchenko); focused on coordination function (J. Veber, G. Kjupper, P. Horvat, E. Anankina, N. G. Danilochkina) and on control function (E. Etkinson, R. Kaplan, R. Hilton, R. Entoni).

For the native enterprises use of the first of the named concepts which is based on priority functions of information support of acceptance administrative decisions is prior. Such position is proved by a problematic of information asymmetry and the conflict of interests between the separate parties of financial relations which the native enterprise faces.

Research of evolution of controlling has allowed defining six concepts which it is constantly improved. Controlling development occurs synchronized with development of economy of the corresponding country or region and taking into account requirements of the competitive environment which objectively causes occurrence of national schools of controlling and own rate of evolution (introduction) of separate concepts.

Ordering of functions and controlling problems in the American and German economic literature has visually shown presence of essential divergences in treatment (understanding) of essence of controlling. The conducted researches of specificity of the Ukrainian enterprises and the analysis of factors which have direct influence on process of introduction and controlling functioning, have allowed to define, that the German school of controlling becomes the most comprehensible and perspective for practical use in Ukraine.

Problematic of introduction of controlling, considering existing problems of management of the enterprises, is extremely actual. It is revealed that administrative decisions are accepted by a management subjectively as according to plan-analytical activity at the enterprises mostly does not find support top-level management more often. A considerable quantity of the enterprises is led by the simplified account and the superficial analysis of the activity; without developing plans and budgets of the activity, and also that is important have no information base for acceptance of the weighed and timely administrative decisions. Mostly absent coordination of activity between structural units, does not allow to adjust in due time the current purposes and problems in the absence of complex budgeting, to adjust plans according to dynamism surrounding environments; to use the elementary methodical receptions and information technology.

Features of controlling from the point of view of its participation in information support of acceptance of administrative decisions is that he by integration of tools of strategic and tactical management allows to warn and in advance to liquidate a deviation, replaces retrospective vision of a management perspective that leans against powerful system of monitoring and information gathering, forms files of the target administrative information.

The analysis of controlling indicators about level of expenses for human resource management testifies that at the enterprises insufficient financing of measures of strategic value (vocational training, cultural and community and social security, support with habitation takes place), and advantage is given to financing of operative expenses (an expense for payment, business trip, the extra charge, transportation of workers to a work place etc.).

Among the basic problems: inconsistency of the purposes of personnel selection in existing operating conditions and the narrowed circle of questions which it regulates (selection, employment, payment, training and personnel liberation); dissociation of functions of human resource management between many subsections; relative isolation of department of human resource management from participation in acceptance of administrative decisions and influence on them; insufficiency of knowledge and abilities of heads to deduce human resource management on qualitatively new level.

Features of native practice of management of human resources is inconsistency of functions of human resource management between many subsections while the staff department prosecutes hiring and liberation subjects and does not carry responsibility for personnel selection realization. Controlling use at the enterprises provides tool, analytical and information support of decision-making which accompany stages of managerial process by the personnel, and also monitoring of deviations in system of the purposes and results. Controlling problems are formation of the automated system of information support of process of work with the personnel, formation relevant to specificity of the enterprise of the content of the personnel reporting, definition of key external and internal factors which influence costs planning, a choice of methods and planning procedures.

The controlling concept is exposed to constant development: the subject domain, object of controlling, methods and models is specified, its importance and a role in service-analytical support of management on support of achievement of strategic targets of managing increases. The most comprehensible and by perspective for practical use in Ukraine recognize German school of controlling.

Studying of features of controlling of the personnel has allowed to develop a complex of recommendations about its introduction. Controlling is realized in organizational structure of the enterprise in the form of specialized service which plays a role of consulting staff body at the supreme administrative personnel which directly supervises its activity. The controller from the personnel becomes an intermediate observant link

which is functionally subordinated to the chief of service of human resource management, and disciplinary - to the chief of service of controlling.

Thus independence and the importance of service of controlling at level of all enterprise are underlined, and the controller from the personnel is made responsible for efficiency of expenses for management of human resources.

### Conclusions

Problematic of introduction of controlling, considering existing problems of management of the enterprises, is extremely actual. It is revealed that administrative decisions are accepted by a management subjectively as according to plan-analytical activity at the enterprises mostly does not find support in top-level management more often. A considerable quantity of the enterprises is led by the simplified account and the superficial analysis of the activity, without making plans and budgets of the activity, have no information base for acceptance of the weighed and timely administrative decisions. Mostly there is no activity coordination between structural units, subordination to the current purposes and problems in the absence of complex budgeting, a correcting of plans according to dynamism surrounding environments; the elementary methodical receptions and information technology are used.

Studying of features of controlling of the personnel has allowed developing a complex of recommendations about its introduction. Controlling is realized in organizational structure of the enterprise in the form of specialized service which carries out a role of consulting staff body at the supreme administrative personnel which directly supervises its activity. The controller from the personnel becomes an intermediate observant link which is functionally subordinated to the chief of service of human resource management, and disciplinary - to the chief of service of controlling. Thus independence and the importance of service of controlling at level of all enterprise is underlined, and the controller from the personnel is made responsible for efficiency of expenses for management of human resources.

### References

1. Verzhbyskyi O. A. Otsinka hotovnosti ta dotsilnosti vprovadzhennia kontrolinhu na pidpriemstvi. Problemy i perspektyvy rozvytku bankivskoi systemy Ukrainy. Is. 26 Derzh. vyshch. navch. zakl. «Ukr. akad. bankivskoi spravy Nats. banku Ukrainy». Sumy : DVNZ «UABS NBU», 2009. pp. 13–21.
2. Verzhbyskyi O.A. Kontseptualni zasady zdiisnennia kontrolinhu v Ukraini. Visnyk sotsialno-ekon. doslidzhen. Is. 37. Odessa derzh. ekon. un-t, 2009. pp. 183–190.
3. Dehtiar N.V. Kontrolinh informatsiinoi systemy v korporatyvnomu upravlinni/ N.V. Dehtiar// Korporatyvne upravlinnia v Ukraini: stratehii, innovatsii, investytsii: monohrafiia/ [I.O. Borysiuk, N.M. Chyhasova, H.S. Hryhoriev ta in.]; za red. V.I. Shchelkunova, H.V. Zhavoronkovoii. Kiyv, Naukova dumka, 2008. pp. 287-297.
4. Dehtiar N.V. Sluzhba kontrolinhu v systemi upravlinnia personalom/ N.V. Dehtiar// Korporatyvne upravlinnia v Ukraini: intelektualnyi kapital, personal, yakist: monohrafiia / [I. O. Borysiuk, T.O. Diachenko, O.O. Diachenko ta in.]; za red. V.I. Shchelkunova, H.V. Zhavoronkovoii. Kiyv, Naukova dumka, 2010. pp. 258-266.
5. Proskurnina N.V. Rozroblennia informatsiinoi pidtrymky kontrolinhu zovnishnoekonomichnoi diialnosti pidpriemstva. Ekonomika rozvytku. no. 4 (64), Kharkiv NEU, 2012. pp. 27 – 29
6. Fillipova S.V., Cherkasova S.O. Monitorynh ta instrumentarii otsiniuvannia upravlinskykh kompetentsii personalu v konteksti zabezpechennia konkurentospromozhnosti promyslovykh pidpriemstv. Ekonomika rozvytku. – no. 1 (65), - Kharkiv NEU, 2013. pp. 27 – 29.
7. Shevchuk O.A. Identyfikatsiia sutnosti derzhavnoho finansovoho kontroliu. Ekonomika rozvytku. no. 1 (65), - Kharkiv NEU, 2013. pp. 30-35.

УДК 658.012.32

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.22](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.22)

І.П. МИКОЛАЙЧУК

Київський національний торговельно-економічний університет

ORCID: 0000-0001-7380-5000

## МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА НА ЗАСАДАХ ЗБАЛАНСОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ

*У статті розглянуто підходи до оцінювання ефективності управління персоналом. Зроблено висновок про необхідність докорінного перегляду концептуальних та методологічних засад систем оцінювання й аналізу результатів діяльності підприємства, формалізації діагностичних і моніторингових процедур, а також досягнення високої надійності прогностичних моделей.*

*Відзначено, що сучасним підприємствам необхідна нова система оцінювання ефективності функціонування всіх підсистем, яка здатна збалансовано та адекватно відобразити траєкторію руху в досягненні цілей стратегій їх розвитку, достовірно діагностувати зрушення та зміни, що відбуваються у їх поточній діяльності. У зв'язку із цим розглянуто сутність збалансованої системи показників (ЗСП) оцінювання рівня розвитку та ефективності функціонування підприємства.*

*У статті зроблено висновок, що навчання та розвиток персоналу є основою для досягнення цілей груп вищого рівня: фінансів, клієнтури та бізнес-процесів. Для підвищення ефективності управління персоналом підприємства на засадах використання ЗСП запропонована технологія побудови ЗСП для кадрової служби підприємства; розроблено низка показників оцінювання ефективності системи управління персоналом; встановлено оптимальне значення кожного індикатора, на основі чого можна буде зробити висновок щодо ефективності певного напрямку; розроблено рекомендації щодо організації процесу впровадження ЗСП на підприємстві.*

*Доведено, що запровадження збалансованої системи показників для оцінювання ефективності процесу управління персоналом спонукатиме керівництво підприємства до досягнення стратегічних цілей.*

*Ключові слова: ефективність управління персоналом, методи оцінювання ефективності управління персоналом, збалансована система показників.*

І.П. МИКОЛАЙЧУК

Київський національний торговельно-економічний університет

ORCID: 0000-0001-7380-5000

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

*В статье рассмотрены подходы к оценке эффективности управления персоналом. Сделан вывод о необходимости коренного пересмотра концептуальных и методологических основ систем оценки и анализа результатов деятельности предприятия, формализации диагностических и мониторинговых процедур, а также достижения высокой надежности прогностических моделей.*

*Отмечено, что современным предприятиям необходима новая система оценки эффективности функционирования всех подсистем, способная сбалансировано и адекватно отражать траекторию движения в достижении целей стратегии их развития, достоверно диагностировать сдвиги и изменения, происходящие в их текущей деятельности. В связи с этим рассмотрена сущность сбалансированной системы показателей (ССП) оценки уровня развития и эффективности функционирования предприятия.*

*В статье сделан вывод, что обучение и развитие персонала является основой для достижения целей групп высшего уровня: финансов, клиентуры и бизнес-процессов. Для повышения эффективности управления персоналом на основе использования СПП предложена технология построения СПП для кадровой службы предприятия; разработан ряд показателей оценки эффективности системы управления персоналом; установлено оптимальное значение каждого индикатора, на основе чего можно будет сделать вывод об эффективности определенного направления; разработаны рекомендации по организации процесса внедрения СПП на предприятии.*

*Доказано, что введение сбалансированной системы показателей для оценки эффективности процесса управления персоналом побуждает руководство предприятия к достижению стратегических целей.*

*Ключевые слова: эффективность управления персоналом, методы оценки эффективности управления персоналом, сбалансированная система показателей.*

I. MYKOLAYCHUK  
Kyiv National University of Trade and Economics  
ORCID: 0000-0001-7380-5000

### **METHODOLOGICAL APPROACH TO THE PERFORMANCE EVALUATION OF THE PERSONNEL MANAGEMENT PROCESS AT THE ENTERPRISE ON THE BASIS OF BALANCED SCORECARD**

*The article discusses approaches to the performance evaluation of personnel management. The conclusion is made on the necessity of a thorough revision of conceptual and methodological foundations of the systems of evaluation and analysis of the enterprise performance, formalization of diagnostic and monitoring procedures, as well as achievement of high reliability of prognostic models.*

*It is noted that modern enterprises need a new system for performance evaluation of all subsystems, which is able to reflect the path dependency in achieving the goals of their development strategies in balance and reliably estimates changes in their current operations. In this regard, the essence of the balanced scorecard (BSC) for evaluating the level of enterprise development and performance is considered.*

*It was concluded that personnel training and development is the basis for achieving the goals of the highest level groups: finance, clients and business processes. To improve the performance of personnel management using the BCS, the technology of building the BCS for the personnel department of the enterprise is proposed; a number of indicators for evaluating the efficiency of the personnel management system was developed; the optimal value of each indicator is established, on the basis of which it will be possible to conclude on the efficiency of a particular direction; recommendations on organization of the implementation process of the BCS at the enterprise were developed.*

*It is proved that the introduction of balanced scorecard for the performance evaluation of the personnel management process will encourage the management of the enterprise to the achievement of strategic goals.*

*Keywords: efficiency of personnel management, methods of performance evaluation of personnel management, balanced scorecard.*

#### **Постановка проблеми**

Сучасний етап розвитку національної економіки характеризується, в цілому, незадовільним станом та результатами діяльності більшості вітчизняних підприємств. Типові проблеми управління ними переважно пов'язані з відсутністю комплексного підходу до процесу розроблення ефективних систем управління, переважанням короткострокових цілей над довгостроковими програмами розвитку підприємств, несвоєчасним реагуванням керівництва на зміни, що відбуваються у зовнішньому середовищі, формальним ставленням до розроблення й реалізації стратегічних планів, що призводить до зниження рівня їх конкурентоспроможності. У складних та мінливих умовах функціонування керівники підприємств відчують потребу у розробленні та впровадженні нових методів управління, водночас як методичні підходи до оцінювання їх діяльності залишаються незмінними. Невирішеність на теоретичному та науково-методичному рівнях вищезазначених проблем обумовлює актуальність даного дослідження.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Методичним підходам до оцінювання економічної ефективності процесу управління персоналом підприємства присвячено багато праць вітчизняних та зарубіжних авторів. Серед них необхідно виділити роботи таких українських дослідників як М.Д. Виноградський, Н.Л. Гавкалова, О. Герасименко, В.М. Данюк, А.М. Колот, О.М. Шканова, М.І. Мурашко, Г.С. Суков та інші науковці, в працях яких розглядається сутність та концептуальні підходи до визначення поняття «ефективність управління персоналом». Проблематиці ефективності управління персоналом присвячені праці також таких зарубіжних авторів як М. Армстронг, А.П. Єгоршин, Л.В. Карташова, А.Я. Кібанов, Є.В. Маслова, Ю.Г. Одьогов тощо. Аналіз численних наукових праць показав, що залишається невирішеним питання щодо впровадження інтегрованого методичного підходу до оцінювання ефективності процесу управління персоналом підприємства, одним із яких є впровадження збалансованої системи показників.

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою статті є теоретичне обґрунтування методичного підходу до оцінювання ефективності процесу управління персоналом підприємства на засадах впровадження збалансованої системи показників за результатами аналізу рівня його соціально-економічного розвитку.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Визначення ефективності управління підприємством в цілому та персоналом, зокрема, а також пошук шляхів її підвищення є складним комплексним процесом, що базується на врахуванні впливу

значної кількості різноманітних факторів. Розглядаючи підходи до оцінювання ефективності управління персоналом за результатами дослідження закордонних та вітчизняних науковців, зроблено висновок про те, що багато хто з них дотримується погляду про необхідність докорінного перегляду концептуальних та методологічних засад систем оцінювання й аналізу результатів діяльності підприємства, формалізації діагностичних і моніторингових процедур, а також досягнення високої надійності прогностичних моделей.

Аналіз численних наукових джерел засвідчив наявність різних підходів до тлумачення ефективності управління як багатогранної категорії, що відтворює характерні риси економічних, соціальних, технологічних, психологічних та інших явищ. У кількісному вимірі ефективність управління О. Герасименко визначає як відношення корисного результату (ефекту) до витрат на управління; якісна компонента цієї комплексної дефініції проявляється у співвідношенні результату (ефекту) до намічених цілей, в якості управління, яке націлене на найкращу результативність діяльності організації, реалізацію її цілей і стратегій, досягнення певних результатів [4]. О. Герасименко та Г. Герасименко сукупність методів оцінювання ефективності управління персоналом зводять до такого переліку як: анкетування та тестування, інтерв'ю, вивчення документів, експертно-аналітичний, динамічний, порівняння, аналітично-розрахунковий, статистичний, групових оцінок, структуризація проблем, системний аналіз [4].

На сьогоднішній час конкурентні переваги підприємствам набагато важче здобути лише за рахунок ефективного фінансового менеджменту та інвестицій у фізичні активи. Здатність підприємства мобілізувати і використовувати свої нематеріальні активи стає більш значущим фактором у конкурентній боротьбі. Враховуючи результати аналізу функціонування соціально-економічних систем, доцільно відзначити, що сучасним підприємствам необхідна нова система оцінювання ефективності функціонування всіх підсистем, здатна збалансовано та адекватно відображати траєкторію руху в досягненні цілей стратегій їх розвитку, достовірно діагностувати зрушення та зміни, що відбуваються у їх поточній діяльності. Найважливішою умовою успішного функціонування підприємства може стати його довгостроковий розвиток лише у сукупності досягнення показників ефективності системи стратегічного управління та бізнес-процесів, капіталу підприємства, втіленого у знаннях і кваліфікації співробітників, здатності підприємства утримувати і залучати нових клієнтів, корпоративної культури, що заохочує інновації та організаційні поліпшення, інвестицій в інформаційні технології, що в цілому зводяться до збалансованої системи показників (ЗСП) оцінювання його рівня розвитку та ефективності функціонування.

Таблиця 1

**Збалансована система ключових показників підприємства  
за проекцією «навчання та розвиток» \***

№ пор	Групи показників	Сукупність показників
1	показники організації праці	- впровадження комп'ютерних технологій; - продуктивність праці
2	людський капітал	- коефіцієнт плинності, - чисельність та структура персоналу
3	соціальна політика	- розмір фонду соціального розвитку; - рівень мотивації; - сума премії працівників за результатами роботи; - вартість навчання працівників в закладах освіти; - коефіцієнт соціальної сфери.
4	інвестиційна активність	- інвестиції на одиницю капіталу; - капіталомісткість продукції

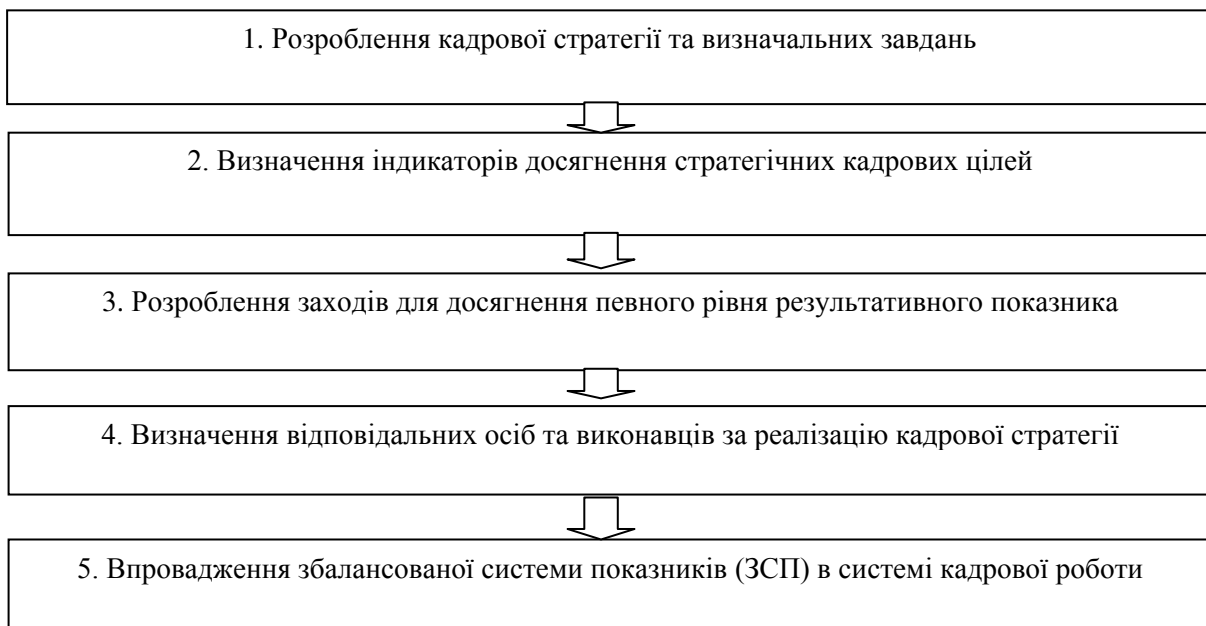
\*Джерело: складено автором за [8, с.138]

За визначенням Т. М. Ісаєвої збалансована система показників (ЗСП) – це система стратегічного управління організацією на підставі вимірювання та оцінювання ефективності її діяльності за набором показників, підібраних таким чином, щоб врахувати всі суттєві (з точки зору стратегії) аспекти діяльності організації (фінансові, маркетингові, виробничі тощо), що трансформує місію і загальну стратегію організації у систему взаємопов'язаних показників [7, с. 227]. Дана система показників була розроблена професором Гарвардського університету Р.Капланом і зовнішнім консультантом Д.Нортоном у 1990-х роках [9, с.29]. Про її виключність і значущість свідчить той факт, що вона визнана однією із 75 найбільш впливових ідей ХХ століття [1, с.78]. На користь впровадження методики ЗСП свідчать численні наукові результати. Наприклад, Пол Р. Нівен вважає, що «традиційні системи оцінювання результатів діяльності підприємства, з їхньою виключною залежністю від фінансових показників втратили свою ефективність в сучасних умовах ділового світу, що характеризуються формуванням



системи цінностей на ґрунті різнорідних нематеріальних економічних ресурсів» [12, с. 9]. Впровадження ЗСП як сучасного методу управління здатне активізувати функції управління, спрямовані на вирішення економічних проблем кожного окремого підприємства. Збалансовані показники характеризують ключові сфери діяльності підприємства, від яких залежить успішна реалізація стратегії, що вигідно її виокремлює як метод обґрунтування оцінювання діяльності підприємства та підтверджує істотний потенціал обраного напрямку дослідження, що має науково-прикладний характер [5, с. 166].

Революційний характер методики ЗСП полягає у зміщенні ракурсу дослідження з оцінювання лише фінансових індикаторів ефективності функціонування підприємства на більш широке коло категорій, які традиційно містять такі напрямки як: оцінювання бізнес-процесів, клієнтури та можливостей розвитку і зростання суб'єкта господарювання. Вибір найбільш оптимального набору ключових показників за кожною проекцією є стратегічно важливим завданням, оскільки на основі отриманих результатів відбувається розроблення конкретних заходів, тому навіть незначні похибки можуть призвести до неадекватності висновків і дестабілізації процесу функціонування підприємства. Щоб компетентно й адекватно підбирати ключові показники, необхідно з'ясувати сутність і зміст кожної з проекцій ЗСП: фінансової, бізнес-процеси, клієнтської та навчання та розвитку підприємства [5, с.163]. В контексті даного дослідження проекція навчання та розвитку є основою для досягнення цілей груп вищого рівня, тобто фінансів, клієнтури та бізнес-процесів (табл. 1).



**Рис. 1. Етапи процесу побудови збалансованої системи показників для служби управління персоналом**

Джерело: адаптовано автором за [6, с. 19]

Для підвищення ефективності управління персоналом підприємства на засадах використання ЗСП використовується її базовий принцип – управляти можна лише тим процесом, що можна виміряти, що лежить в основі розроблення ЗСП діяльності кадрових підрозділів. Технологія побудови ЗСП для кадрової служби може містити декілька базових етапів (рис. 1).

Доцільно відзначити, що стратегія управління персоналом за своїм змістом є функціональною стратегією підприємства, тому її цілі не повинні суперечити змісту базової стратегії підприємства, а повністю їй відповідати. Наступний етап побудови ЗСП для кадрової служби підприємства передбачає розроблення ряду показників оцінювання ефективності системи управління персоналом, наведених у табл. 2.

Для кожного індикатора встановлено оптимальне значення, ґрунтуючись на яке, можна зробити висновок щодо ефективності певного напрямку: дуже висока, висока, середня, нижче середнього, низька [10, с. 246]. Відповідно до зазначених в табл. 2 індикаторів керівниками підприємства розробляється система заходів, необхідних для підвищення ефективності діяльності за кожним напрямом. На наступних етапах за кожним заходом закріплюються відповідальні особи та виконавці, відбувається впровадження збалансованої системи показників на підприємстві та здійснення контролю за цим процесом.

Таблиця 2

**Формування збалансованої системи показників для оцінювання ефективності процесу управління персоналом на підприємстві\***

Види ефективності	Показники	Розрахунок показника	Нормативне значення
Економічна ефективність	Продуктивність праці персоналу	$\Pi_n = \frac{BP}{\text{Ч}_{\text{сер}}}$ , де $\Pi_n$ – продуктивність праці; $\text{Ч}_{\text{сер}}$ – середньооблікова чисельність працівників.	Максимізація показника
	Рентабельність персоналу	$ROL = \frac{\text{ЧП}}{\text{Ч}_{\text{сер}}} \times 100\%$ , де $ROL$ – рентабельність персоналу; $\text{ЧП}$ – чистий прибуток; $\text{Ч}_{\text{сер}}$ – середньооблікова чисельність працівників.	Максимізація показника
	Прибутковість інвестицій в людський капітал	$ROI = \frac{B - I}{I} \times 100\%$ , де $ROI$ – рівень прибутковості інвестицій; $B$ – економічні вигоди від навчання працівників; $I$ – інвестиції підприємства у навчання працівників.	Максимізація показника
Організаційна ефективність	Плинність кадрів	$K_{\text{пл}} = \frac{\text{Ч}_{\text{зв}}}{\text{Ч}_{\text{сер}}}$ , де $K_{\text{пл}}$ – коефіцієнт плинності кадрів; $\text{Ч}_{\text{зв}}$ – чисельність звільнених осіб з неповажних причин; $\text{Ч}_{\text{сер}}$ – середньооблікова чисельність працівників.	Мінімізація показника
	Втрати робочого часу на 1-го працівника	$B_{\text{рч}} = \frac{B_{\text{ч}}}{\text{Ч}_{\text{сер}}}$ , де $B_{\text{рч}}$ – втрати робочого часу на 1-го працівника; $B_{\text{ч}}$ – сумарні втрати часу через хвороби, простої та неявки; $\text{Ч}_{\text{сер}}$ – середньооблікова чисельність працівників.	Мінімізація показника
	Фондоозброєність праці	$\Phi_{\text{оп}} = \frac{B\Phi_{\text{сер}}}{\text{Ч}_{\text{сер}}}$ , де $\Phi_{\text{оп}}$ – фондоозброєність праці; $B\Phi_{\text{сер}}$ – середньорічна вартість основних виробничих фондів; $\text{Ч}_{\text{сер}}$ – середньооблікова чисельність персоналу.	Зростання показника
Соціальна ефективність	Рівень кваліфікації працівників	Визначається за результатами тестування, оцінювання тощо	Максимізація показника
	Рівень порушення трудової дисципліни	$P_{\text{тд}} = \frac{K_{\text{п}}}{\text{Ч}_{\text{сер}}}$ , де $P_{\text{тд}}$ – рівень порушення трудової дисципліни; $K_{\text{п}}$ – кількість випадків порушення трудової та виконавчої дисципліни; $\text{Ч}_{\text{сер}}$ – середньооблікова чисельність працівників.	Мінімізація показника
	Рівень задоволеності працівників виконуваною роботою	Визначається на основі конкретних соціологічних та психологічних досліджень	Максимізація показника
	Рівень мотивації працівників	Визначається на основі конкретних соціологічних та психологічних досліджень	Максимізація показника

\* Джерело: складено автором за [5, с.166; 10, с.246])

**Висновки**

Запровадження збалансованої системи показників для оцінювання ефективності процесу управління персоналом сприятиме керівництву підприємства досягненню таких стратегічних цілей як: створення умов для досягнення цілей кадрової стратегії; інформування персоналу про стратегічні цілі та індикатори їх досягнення; оптимізація використання людських та фінансових ресурсів; кількісний вимір ефективності кадрових процесів; мотивування співробітників для підвищення власної результативності та результативності підрозділу; налагодження зворотного зв'язку для визначення потреб персоналу в розвитку та навчанні тощо.

**Список використаної літератури**

1. Бобришев І.М. Обґрунтування доцільності впровадження збалансованої системи показників на українських підприємствах / І.М. Бобришев // Управління персоналом. – 2012. – №1. – С. 78-79.
2. Виноградський М.Д. Управління персоналом: навч. посіб. / М.Д. Виноградський, А.М. Виноградська, О.М. Шканова. – 2-ге видання. – К.: Центр навчальної літератури, 2009. – 502 с.
3. Гавкалова Н.Л. Управління ефективністю менеджменту персоналу: [монографія] / Н.Л. Гавкалова, Т.А. Власенко. – Харків: Вид-во ХНЕУ, 2011. – 295 с.
4. Герасименко О. Ефективність управління персоналом на малому підприємстві: індикатори стану та пріоритетні напрями підвищення [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://papers.univ.kiev.ua/1/ekonomika/articles/herasymenko-o-herasymenko-h-efficiency-of-personnel-management-in-a-small-ente\\_24638.pdf](http://papers.univ.kiev.ua/1/ekonomika/articles/herasymenko-o-herasymenko-h-efficiency-of-personnel-management-in-a-small-ente_24638.pdf) ( дата звернення 15.10.2019).
5. Гриценко Л.Л. Збалансована система показників як інструмент оцінювання стратегії підприємства / Л.Л. Гриценко, А.В. Височина // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 3(129). – С. 161-167.
6. Демешко Ю.О., Ефективність використання трудових ресурсів підприємства URL: <http://int-konf.org/konf032013/119-demeshko-yu-o-bogacka-n-m-efektivnst-vikoristannya-trudovih-resursv-pdpryemstva.html> (дата звернення 14.11.2019)
7. Ісаєва Т.М. Оцінка ефективності діяльності підприємства на основі застосування збалансованої системи показників // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2012. – № 2 (18). – С. 79-84.
8. Кудирко О.В. Стратегічне управління дослідницькими компаніями на основі системи збалансованих показників та стратегічної карти / О.В. Кудирко. // Економічний вісник НТУУ «КПІ»: збірник наукових праць. – 2012. – № 9. – С. 336–341.
9. Каплан Роберт С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон: [пер. с англ.] – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2005.– 320 с.
10. Мілаш І.В., Методичний інструментарій оцінки результативності стратегічного управління витратами торговельного підприємства / І.В. Мілаш, А.В. Красноусов // Бізнес-інформ. – 2014. – №4. – С. 245-250
11. Мурашко М.І. Менеджмент персоналу: навч.практ. посіб. / М.І. Мурашко. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2002. – 311 с.
12. Нівен П.Р. Діагностика збалансованої системи показників: підтримуючи максимальну ефективність / Пол Р.Нівен; пер. з англ.; за наук. ред. М. Горського. – Баланс Бізнес Букс, 2006. – 256 с.
13. Управління персоналом : підруч. / В.М. Данюк, А.М. Колот, Г.С. Суков та ін. – К.: КНЕУ; Краматорськ: НКМЗ, 2013. – 666 с.

**References**

1. Bobryshev I. M. Obgruntuvannya dotsilnosti vprovadzhenia zbalansovanoi systemy pokaznykiv na ukrainskykh pidpryemstvakh // Upravlinnia personalom. – 2012. – №1. – p. 78-79.
2. Vynohradskyi M.D. Upravlinnia personalom: navch. posib. / M. D. Vynohradskyi, A. M. Vynohradska, O. M. Shkanova. – 2-he vydannia. – Kyiv. : Tsentri navchalnoi literatury, 2009. – 502 p.
3. Havkalova N. L. Upravlinnia efektyvnistiu menedzhmentu personalu: [monohrafiia] / N. L. Havkalova, T. A. Vlasenko. – Kharkiv : Vyd-vo KhNEU, 2011. – 295 p.
4. Herasymenko O. Efektyvnist upravlinnia personalom na malomu pidpryemstvi: indykatory stanu ta priorytetni napriamy pidvyshchennia. Available at: [http://papers.univ.kiev.ua/1/ekonomika/articles/herasymenko-o-herasymenko-h-efficiency-of-personnel-management-in-a-small-ente\\_24638.pdf](http://papers.univ.kiev.ua/1/ekonomika/articles/herasymenko-o-herasymenko-h-efficiency-of-personnel-management-in-a-small-ente_24638.pdf)
5. Hrytsenko L. L. Zbalansovana systema pokaznykiv yak instrument otsiniuvannia stratehii pidpryemstva / L. L. Hrytsenko, A. V. Vysochyna // Aktualni problemy ekonomiky. – 2012. – № 3(129). – p. 161-167.
6. Demeshko Yu. O., Efektyvnist vykorystannia trudovykh resursiv pidpryemstva. Available at: <http://int-konf.org/konf032013/119-demeshko-yu-o-bogacka-n-m-efektivnst-vikoristannya-trudovih-resursv-pdpryemstva.html>

7. Isaieva T. M. Otsinka efektyvnosti diialnosti pidpriemstva na osnovi zastosuvannia zbalansovanoi systemy pokaznykiv // Visnyk Berdianskoho universytetu menedzhmentu i biznesu. – 2012. – № 2 (18). – p. 79-84.
8. Kudyрко O. V. Stratehichne upravlinnia doslidnytskymy kompaniiamy na osnovi systemy zbalansovanykh pokaznykiv ta stratehichnoi karty / O. V. Kudyрко. // Ekonomichnyi visnyk NTUU «KPI» : zbirnyk naukovykh prats. – 2012. – № 9. – p. 336–341.
9. Kaplan Robert S. Sbalansyrovanaia systema pokazatelei. Ot stratehyi k deistvyiu / R. Kaplan, D. Norton: [per. s anhl.] – 2-e yzd., yspr. y dop. – M.: ZAO «Olymp-byznes», 2005.– 320 p.
10. Milash I. V., Metodychnyi instrumentarii otsinky rezultatyvnosti stratehichnoho upravlinnia vytratamy torhovelnoho pidpriemstva / I. V. Milash, A. V. Krasnousov // Biznes-inform. – 2014. – № 4. – p. 245-250
11. Murashko M.I. Menedzhment personalu: navch.prakt. posib. / M. I. Murashko. – K.: T-vo «Znannia», KOO, 2002. – 311 p.
12. Niven P.R. Diahnostyka zbalansovanoi systemy pokaznykiv: pidtrymuiuchy maksimalnu efektyvnist / Pol R.Niven; per. z anhl.; za nauk. red. M. Horskoho. – Balans Biznes Buks, 2006. – 256 p.
13. Upravlinnia personalom : pidruch. / [V. M. Daniuk, A. M. Kolot, H. S. Sukov ta in.]. – K. : KNEU; Kramatorsk: NKMZ, 2013. 666 p.

УДК: 658.018

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.23](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.23)

І.І. ПОЛІЩУК

Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ

ORCID: 0000-0001-6939-8529

## ЕТАПІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Узагальнено особливості управління маркетинговим потенціалом підприємства за умов міжнародної інтеграції. Конкретизовано його роль у формуванні результативності діяльності та конкурентоспроможності підприємства.*

*У статті обґрунтовано актуальність та науково-теоретичні засади забезпечення результативності управління маркетинговим потенціалом сучасного підприємства.*

*Обґрунтовано необхідність виокремлення у структурі економічного потенціалу промислового підприємства маркетингового потенціалу та доцільність його структуризації за рівнем інтегрування у ринкове середовище на маркетинговий потенціал, орієнтований на зовнішній ринок та маркетинговий потенціал, орієнтований на внутрішній ринок. Доведено, що за своєю економічною природою «експортний потенціал» наближений до категорії «виробничий потенціал». Підкреслена значимість експортного потенціалу в забезпеченні конкурентних переваг продукції підприємства на зовнішньому ринку завдяки використанню теорії та практичних здобутків міжнародного маркетингу.*

*Виокремлено етапи формування маркетингового потенціалу підприємства на основі класифікації всіх процедур за ознакою цільової спрямованості чи функціональної єдності.*

*Уточнено підхід до структуризації маркетингового потенціалу підприємства. Рекомендовано використання системного та процесного підходів до розроблення механізму формування маркетингового потенціалу.*

*Зроблено висновок про те, що процес формування маркетингового потенціалу підприємства зводиться до безперервного процесу обробки інформації, її подальшого аналізу з метою розробки та прийняття управлінських рішень за результатами аналізу.*

*Ключові слова: маркетингова діяльність, маркетинговий потенціал, управління, товар, ринок, попит, результативність, конкурентоспроможність, стратегія.*

І.І. ПОЛІЩУК

Вінницький торгово-економічний інститут КНТЕУ

ORCID: 0000-0001-6939-8529

## ЕТАПИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Обобщены особенности управления маркетинговым потенциалом предприятия в условиях международной интеграции. Конкретизированы его роль в формировании результативности деятельности и конкурентоспособности предприятия.*

*В статье обоснована актуальность и научно-теоретические основы обеспечения результативности управления маркетинговым потенциалом современного предприятия.*

*Обоснована необходимость выделения в структуре экономического потенциала промышленного предприятия маркетингового потенциала и целесообразность его структуризации по уровню интеграции в рыночную среду на маркетинговый потенциал, ориентированный на внешний рынок и маркетинговый потенциал, ориентированный на внутренний рынок. Доказано, что по своей экономической природе «экспортный потенциал» приближен к категории «производственный потенциал». Подчеркнута значимость экспортного потенциала в обеспечении конкурентных преимуществ продукции предприятия на внешнем рынке благодаря использованию теоретических и практических достижений маркетинга.*

*Выделены этапы формирования маркетингового потенциала предприятия на основе классификации процедур по признаку целевой направленности или функционального единства.*

*Уточнен подход к структурированию маркетингового потенциала предприятия. Рекомендовано использование системного и процессного подходов к разработке механизма формирования маркетингового потенциала.*

*Сделан вывод о том, что процесс формирования маркетингового потенциала предприятия сводится к непрерывному процессу обработки информации, дальнейшего анализа с целью разработки и принятия управленческих решений по результатам анализа.*

*Ключевые слова: маркетинговая деятельность, маркетинговый потенциал, управление, товар,*

рынок, спрос, результативность, конкурентоспособность, стратегия.

I.I. POLISHCHUK

Vinnitsa Trade and Economic Institute KNTU

ORCID: 0000-0001-6939-8529

## STAGES OF MARKETING POTENTIAL MANAGEMENT OF A MODERN ENTERPRISE

*Peculiarities of marketing potential management of the enterprise under conditions of international integration are generalized. Its role in the formation of performance efficiency and competitiveness of the enterprise is specified.*

*The relevance and scientific and theoretical foundations of ensuring the effectiveness of marketing potential management of a modern enterprise have been proved.*

*The necessity of allocating marketing potential in the structure of economic potential of an industrial enterprise and the expediency of its structuring by the level of integration into the market environment for marketing potential oriented to the external market and marketing potential oriented to the internal market are substantiated. It is proved that "export potential" is close to the category of "production potential" by its economic nature. The importance of export potential in providing competitive advantages of products of the enterprise in the foreign market by using the theoretical and practical achievements of marketing is emphasized.*

*The stages of the formation of marketing potential of the enterprise have been distinguished based on the classification of all procedures by the purpose or functional unity.*

*The approach to structuring of marketing potential of the enterprise has been clarified. It is recommended to use systemic and process approaches to the development of a mechanism for the formation of marketing potential.*

*It is concluded that the process of the formation of marketing potential of the enterprise come down to a continuous process of information processing, its subsequent analysis with a view to developing and making management decisions on the results of the analysis.*

*Keywords: marketing activity, marketing potential, management, product, market, demand, performance, competitiveness, strategy.*

### Постановка проблеми

Розвиток ринкових відносин та міжнародної інтеграції, посилення конкурентної боротьби висувають нові вимоги щодо поведінки сучасного підприємства на ринку. Сьогодні недостатньо піклуватись про виготовлення продукції. Для успішності діяльності необхідно вміти застосовувати маркетингові інструменти її продажу. Саме вміння продавати продукцію і послуги, задовольняти очікування споживачів, як характеристики сформованого маркетингового потенціалу підприємства, є ключовим фактором конкурентних переваг на ринку і підприємницького успіху.

Провідні компанії, які лідирують на міжнародному ринку, успішністю свого бізнесу значною мірою завдячують розвинутому маркетинговому потенціалу. Частка українських підприємств, які за багатьма показниками відстають від зарубіжних колег, уже також говорять про важливість застосування інструментів маркетингового потенціалу, перевірених на практиці в західних країнах, щодо вивчення та задоволення попиту споживачів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Особливості, що виникають у процесі формування і управління маркетинговим потенціалом, досліджують українські і зарубіжні науковці: О. Альохін, І. Ансофф, О. Анчишкіна, В. Гавва, О. Гончар, Н. Краснокутська, Є. Кузьмін, І. Отенко, І. Рєпіна, О. Федонін, Е. Фігурнов, М. Хаммер, А. Череп, М. Шарко та ін. Останніми роками концепція розвитку маркетингового потенціалу поширила своє визначення і застосування в практиці управлінської діяльності. В економічній літературі немає єдиної думки щодо трактування як сутності маркетингового потенціалу, так і інструментів управління. Триває пошук нових підходів до розробки брендингу як стратегічного напрямку маркетингової політики, що забезпечує результативність і конкурентоспроможність сучасного підприємства. Проблемам створення та управління брендом, розробки брендової стратегії для підприємства, формування капіталу бренду, вимірювання його вартості, становлення бренд-менеджменту як науки присвячені в основному праці зарубіжних авторів. Відсутність єдиного підходу спричиняє відсутність дієвих практичних рекомендацій щодо активізації та підвищення результативності діяльності українських підприємств.

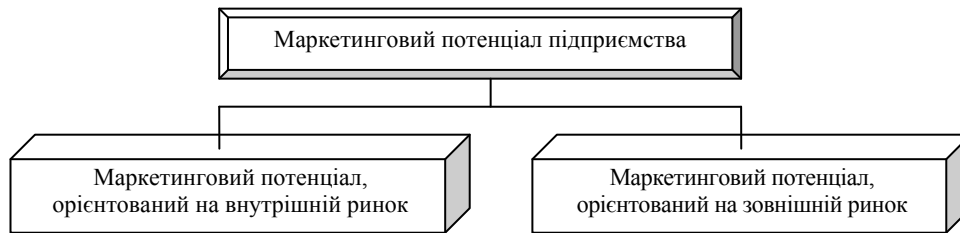
### Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є обґрунтування актуальності та науково-теоретичних засад забезпечення результативності управління маркетинговим потенціалом сучасного підприємства.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Матеріали публікацій з проблеми формування економічного і маркетингового потенціалу виявляє її недостатнє теоретичне обґрунтування на рівні підприємства. Коло визначень потенціалу підприємства дуже широке – від надзвичайно вузького його розуміння як здатність виготовляти продукцію до таких загальних категорій, як соціально-економічна система. Ряд дослідників визначають економічний потенціал підприємства як межу, до якої прагне ринковий попит при наближенні витрат на маркетинг до такого розміру, коли їхній подальший зріст вже не призводить до приросту попиту на даний вид товару в певних умовах зовнішнього середовища.

На нашу думку, доцільним є виділення у структурі економічного потенціалу промислового підприємства маркетингового потенціалу і, в свою чергу, його структуризація за рівнем інтегрування у ринкове середовище на маркетинговий потенціал, орієнтований на зовнішній ринок та маркетинговий потенціал, орієнтований на внутрішній ринок (рис. 1).



**Рис. 1. Класифікація маркетингового потенціалу за рівнем інтегрування у ринкове середовище**

Не абсолютизуючи ролі експорту, необхідно визнати, що в сучасних умовах розвитку ринку саме він виступає як стабілізуючий фактор, який сприяє вирішенню першочергових економічних і соціальних проблем; та як передумова майбутнього оздоровлення економіки нашої держави. За цих умов стимулювання розвитку експортного виробництва стає важливим державним завданням. Експортні можливості можна розглядати у площині як держави, регіону, галузі, так і при оцінці спроможності первинної ланки національного господарства – підприємства – до певних дій [1].

В контексті забезпечення ефективності господарювання важливим є ідентифікації маркетингового потенціалу підприємства, орієнтованого на зовнішній ринок, від експортного потенціалу підприємства. Питання оцінки рівня спроможності вітчизняних підприємств-експортерів до інтегрування у зовнішньоекономічне середовище, визначення ступеня науково-технічної та технологічної стадії підготовленості процесу експортно-орієнтованого виробництва є надзвичайно актуальною і розробляється рядом авторів.

З огляду на промислово-виробничу спрямованість експортного потенціалу, за своєю економічною природою ця дефініція наближена до категорії «виробничий потенціал». Остання має достатньо широкий спектр тлумачення у наукових джерелах як вітчизняних, так і зарубіжних авторів. При цьому увага акцентується на інтегральних зв'язках, які мають місце при взаємодії ресурсів у виробничо-технологічному процесі.

Розробляючи стратегію і тактику поведінки на зовнішньому ринку, підприємство, перш за все, займається створенням продукції, яка за своїми якісними параметрами відповідає кращим світовим зразкам. Численні прогностичні дослідження, проведені західними спеціалістами, показують, що в найближчі часи стійкі позиції на мінливому ринку зможуть зайняти лише ті підприємства, виробничо-управлінський потенціал яких дозволяє узгоджено вирішувати низку задач. Це стосується постійного оновлення асортименту продукції, що випускається, безупинної розробки і швидкого освоєння нових зразків виробів і одночасно нарощенню продуктивності праці, підвищенню гнучкості виробництва, ефективності, зниженню усіх видів затрат. Кінцевим результатом повинно стати створення виробничих систем нового покоління, що будуть працювати в режимі так званого «конвеєра нововведень» [2]. Суть цього підходу полягає в тому, щоб спрямувати підприємство на постійне впровадження у виробництво нових, більш досконалих виробів, неухильне скорочення усіх видів витрат; підвищення якісних та споживчих характеристик при зниженні цін на вироби, які випускаються.

Експортний потенціал можна розглядати як спроможність соціально-економічної системи, зорієнтованої на процес функціонування у світовому економічному просторі, адаптуватись до потреб конкретного міжнародного середовища. Умовою прискорення процесу адаптації підприємства на зовнішньому ринку є пропонування не окремої продукції, а вихід на зовнішній ринок із певною технологією виробництва, з пропозицією надання власне своєї виробничої бази для виготовлення експортного товару згідно проекту іноземного замовника. Необхідним також є аналіз можливостей суб'єкта

зовнішньоекономічної діяльності у промислово-інвестиційному напрямку. Мається на увазі, що визначаються потенції підприємства у здійсненні безпосередньо експортно-орієнтованих виробничо-технологічного та інвестиційного напрямків функціонування суб'єкта на світогосподарському рівні. Слід зазначити, що визначення експортного потенціалу підприємства повинно відбуватись узгоджено із специфікою його діяльності у зовнішньоекономічній сфері.

У процесі визначення маркетингового потенціалу підприємства, орієнтованого на зовнішній ринок, пильна увага повинна приділятися не лише аналізу можливостей останнього у збутовому (торговельно-посередницькому) контексті, а й можливості забезпечення конкурентних переваг продукції підприємства на зовнішньому ринку завдяки використанню теорії та практичних здобутків міжнародного маркетингу. З урахуванням вищесказаного повинна проводитись конкретизація суті маркетингового потенціалу підприємства та декомпозиція на маркетинговий потенціал, орієнтований на зовнішній ринок та маркетинговий потенціал, орієнтований на внутрішній ринок з врахуванням специфіки зовнішнього середовища та інших факторів впливу на дані категорії.

Аналіз процесів, що відбуваються у ринковому середовищі, вказує на те, що з плином часу відбувається зміна основних характеристик виробничого процесу у легкій промисловості [3]. Як наслідок цього, формування маркетингового потенціалу відбувається в постійно мінливих виробничо-господарських умовах, що супроводжуються посиленням кризових явищ. Система управління підприємством повинна пристосовуватись до цих змін. Розробка послідовних етапів і подальша реалізація процесу формування маркетингового потенціалу передбачає проведення заходів:

- аналіз основних господарських процесів, що відбуваються на підприємстві в поточний момент;
- визначення ринкових напрямків і стратегічних позицій підприємства на ринку;
- збір, аналіз та обробка інформаційних потоків з метою формування системи інформаційного супроводу процесу формування маркетингового потенціалу підприємства.

Вони створюють передумови для формування маркетингового потенціалу підприємства та водночас є первинними етапами даного процесу. На основі використання поетапно-структурного підходу розроблені основні етапи процесу формування маркетингового потенціалу підприємства (рис. 2).

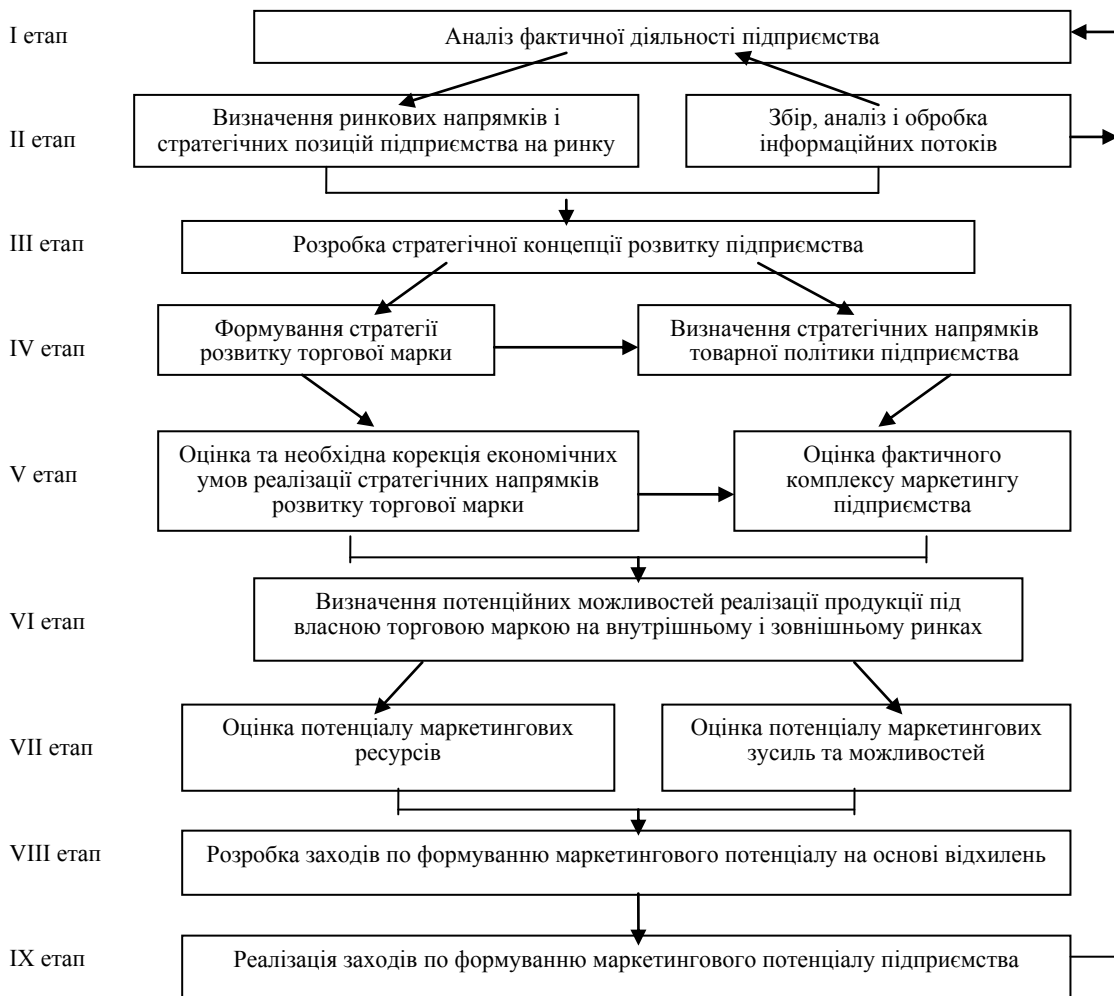


Рис. 2. Послідовність формування маркетингового потенціалу підприємства



Відповідно до принципів системного аналізу завдання формування маркетингового потенціалу обумовлює необхідність її декомпозиції, яку доцільно здійснювати на основі класифікації всіх процедур за ознакою цільової спрямованості чи функціональної єдності, що може бути представлено у вигляді:

- формування стратегії розвитку підприємства із врахуванням ринкової кон'юнктури;
- розробки відповідного комплексу управлінських впливів;
- максимізації використання власних резервів та мінімізації залучення додаткових ресурсів у виробничому процесі;
- побудови композиційних поєднань субструктур маркетингового потенціалу ієрархічного типу у відповідності з конкретною стратегією розвитку підприємства, що реалізується;
- формування оптимальної структури маркетингового потенціалу підприємства (рис.3).



**Рис. 3. Структуризація маркетингового потенціалу підприємства**

Виважена маркетингова політика щодо продукту є провідним джерелом конкурентних переваг. Розробка принципів основ формування маркетингового потенціалу дозволяє забезпечити результативність управління, що пов'язано не тільки з формуванням його оптимальної структури, але і досягненням довгострокових ринкових цілей розвитку господарюючого суб'єкта.

Для повної характеристики механізму формування маркетингового потенціалу необхідним є застосування системного та процесного підходів, що дозволяють визначити місце механізму маркетингового потенціалу у загальній системі управління підприємством та ідентифікувати властивості, притаманні тільки даному механізму. Натомість, запровадження механізму неможливе без врахування процесу прийняття управлінських рішень, як «найменшої» частки системи управління, реалізація якого неможлива без інформаційного забезпечення.

#### Висновки

Таким чином, процес формування маркетингового потенціалу підприємства зводиться до безперервного процесу обробки інформації, її подальшого аналізу з метою розробки та прийняття управлінських рішень за результатами аналізу. Як наслідок, інформація, з однієї сторони, виступає генератором розвитку системи формування маркетингового потенціалу підприємства, а з іншого, – джерелом невизначеності та ризику.

#### Список використаної літератури

1. Gonchar, O. I. Anagement potential of the company with regard flock business life [Електронний ресурс] / O. I. Gonchar // Науковий вісник Полісся Чернігівського національного технологічного університету. – 2016. – № 3 (7). – С. 190-196.
2. Андрушків Б. Аналітичні аспекти маркетингового потенціалу в теорії конкурентоспроможності підприємства / Б. Андрушків, Л. Бицюра // Соціально-економічні проблеми і держава. – Вип. 1 (4). – 2011. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11abmtkp.pdf>. (дата звернення 04.11.2019)
3. Поліщук І.І. Фактори розвитку маркетингового потенціалу підприємства / І.І. Поліщук // Науковий вісник Полісся. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – № 2 (6). – С. 97 – 102.

#### References

1. Gonchar, O. I. Anagement potential of the company with regard flock business life. Naukovy`j visny`k Polissya Chernigiv`s kogo nacional`nogo texnologichnogo univerty`tetu, 2016, no. 3(7). pp. 190-196.
2. Andrushkiv B. Anality`chni aspekty` markety`ngovogo potencialu v teoriyi konkurentospromozhnosti pidpry`yemstva. Social`no-ekonomichni problemy` i derzhava, 2011, no. 1(4). Available at: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11abmtkp.pdf> (Accessed 04 November 2019).
3. Polishhuk I.I. Faktory` rozvy`tku markety`ngovogo potencialu pidpry`yemstva. Naukovy`j visny`k Polissya, Chernigiv: ChNTU, 2016, no2 (6). – pp. 97 – 102.

УДК 658.15

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.24](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.24)

Г.Г. САВИНА

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-002-5587-6494

## МОТИВАЦІЙНО-ЛОГІСТИЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ ПОТОКАМИ В МІКРОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

*У статті розкрито зміст та особливості формування мотиваційно-логістичного середовища на підприємствах. Показано, що зміни в технологіях управління фінансами підприємств на основі інтегрування бізнес-процесів, створення центрів фінансової відповідальності, систем планування фінансових ресурсів та поєднання систем управління логістичними ланцюгами з системами управління взаємовідносинами з клієнтами, зумовлює необхідність нових підходів до знань, вмінь, навичок та компетентностей менеджерів.*

*Визначено, що, в умовах формування логістичних систем, однією з проблем, яка залишається на підприємствах, є створення мотиваційно-логістичного середовища, яке забезпечить дієвість системи мотивації персоналу на основі відповідного мотиваційного механізму.*

*Доведено доцільність використання рефлексивного та коеволюційного підходів до управління мотивацією; визначено роль та завдання у напрямку забезпечення ефективного управління фінансовими потоками в логістичних системах промислових підприємств.*

*Показано неминучість процесу коеволюції, його характерні риси та умови виникнення. Зроблено висновок про необхідність застосування коеволюційного підходу до управління мотивацією як засобу забезпечення на підприємстві умов до постійного вдосконалення набутих знань та компетенцій. Розкрито сутність рефлексивного управління у контексті управління мотивацією працівників. У результаті чого зроблено висновок щодо можливостей рефлексивного та коеволюційного управління мотивацією в межах мотиваційно-логістичного середовища, як інструментарію, що спроможний забезпечити постійний та координований розвиток кожного працівника, що створить передумови для розширення та трансферу знань на основі формування мотивів до участі у їх капіталізації.*

*Ключові слова: фінансові потоки, логістична система, промислове підприємство, мотиваційно-логістичне середовище, рефлексивність, коеволюція.*

Г.Г. САВИНА

Херсонский национальный технический университет  
ORCID: 0000-002-5587-6494

## МОТИВАЦИОННО-ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СРЕДА КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ ПОТОКАМИ В МИКРОЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*В статье раскрыто содержание и особенности формирования мотивационно-логистической среды на предприятиях. Показано, что изменения в технологиях управления финансами предприятий на основе интегрирования бизнес-процессов, создания центров финансовой ответственности, систем планирования финансовых ресурсов и сочетание систем управления логистическими цепями с системами управления взаимоотношениями с клиентами, вызывает необходимость новых подходов к знаниям, умениям, навыкам и компетенциям менеджеров.*

*Определено, что в условиях формирования логистических систем, одной из проблем, которая остается на предприятиях, является создание мотивационно-логистической среды, что обеспечит действенность системы мотивации персонала на основе соответствующего мотивационного механизма.*

*Доказана целесообразность использования рефлексивного и коэволюционного подходов к управлению мотивацией; определена их роль и задачи в направлении обеспечения эффективного управления финансовыми потоками в логистических системах промышленных предприятий.*

*Показана неизбежность процесса коэволюции, его характерные черты и условия возникновения. Сделан вывод о необходимости применения коэволюционного подхода к управлению мотивацией как средства обеспечения на предприятии условий к постоянному совершенствованию приобретенных знаний и компетенций. Раскрыта сущность рефлексивного управления в контексте управления мотивацией работников. В результате чего сделан вывод о возможностях рефлексивного и коэволюционного управления мотивацией в пределах мотивационно-логистической среды, как инструментария, который способен обеспечить постоянное и координированное развитие каждого*

работника, создаст предпосылки для расширения и трансфера знаний на основе формирования мотивов к участию в капитализации.

Ключевые слова: финансовые потоки, логистическая система, промышленное предприятие, мотивационно-логистическое среду, рефлексивность, коэволюция.

G. SAVINA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-002-5587-6494

## MOTIVATIONAL AND LOGISTIC ENVIRONMENT AS A TOOL FOR EFFECTIVE MANAGEMENT OF FINANCIAL FLOWS IN MICRO-LOGISTICAL SYSTEMS

*The article describes the content and peculiarities of the formation of motivational and logistic environment at the enterprises. It is shown that the changes in the technologies of financial management of enterprises based on the integration of business processes, the creation of centers of financial responsibility and the systems of planning of financial resources, and the combination of the systems of logistic chains management with the systems of client relationships management generate a need for new approaches to knowledge, skills and competences of the managers.*

*It is determined that in the conditions of logistical systems formation, one of the problems remaining at the enterprises is the creation of motivational and logistic environment, which will ensure the effectiveness of the personnel motivation system on the basis of the appropriate motivational mechanism.*

*The expediency of using reflexive and co-evolutionary approaches to motivation management is proved; the role and tasks in ensuring efficient management of financial flows in the logistic systems of industrial enterprises are defined.*

*The inevitability of the process of co-evolution, and its characteristics and conditions of emergence are shown. The conclusion was made on the necessity of applying a co-evolutionary approach to motivation management as a means of providing the enterprise with conditions for continuous improvement of acquired knowledge and competences. The essence of reflexive management in the context of motivation management of the employees is revealed. As a result, the conclusion has been made on the possibilities of reflexive and co-evolutionary management of motivation within motivational-logistic environment, as a tool which is able to ensure a constant and coordinated development of each employee, that will create preconditions for the expansion and transfer of knowledge based on their motivation to participating in capitalization.*

*Keywords: financial flows, logistical system, industrial enterprise, motivational and logistic environment, reflexivity, co-evolution.*

### Постановка проблеми

В умовах логістизації економіки виклики та ризики, характерні для діяльності підприємств як логістичних систем, визначають необхідність формування мотиваційно-логістичного середовища. Його функціонування має включати дієві мотиваційні механізми, які спонукатимуть менеджмент до капіталізації знань та стимулювання у працівників бажання підвищувати рівень своїх компетенцій, розвиток швидкої та своєчасної реакції, об'єктивних оцінок на зміни у зовнішній та внутрішній логістичній інфраструктурі, прийняття раціональних рішень по управлінню фінансовими потоками. Такі обставини визначають актуальність розробки теоретико-методичних та прикладних підходів до створення і функціонування на промислових підприємствах мотиваційно-логістичного середовища.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблема мотивації персоналу в наукових дослідженнях висвітлюється багато років і представляється як складний та неоднозначний процес. Мотиваційні теорії науковці умовно виділяють у дві групи: змістовні теорії мотивації (теорія ієрархії потреб за А. Маслоу, теорія FRG (існування, зв'язку та росту) К. Альдерфера, теорія надбаних потреб Мак-Клелланда, теорія двох факторів Герцберга та ін.) та процесуальні теорії мотивації (теорія очікувань К. Левіна, переваг і очікувань В. Врума, теорія підкріплення Б.Ф.Скіннера, теорія справедливості Портера-Лоулера (автори теорії Л. Портер та Е. Лоулер), модель вибору ризику Д. Аткінсона, теорія «Х» та «У» Д.МакГрегора та ін.). Дослідження науковцями викладених теорій свідчать про відсутність єдиного вчення, яке пояснювало б, що лежить в основі мотивації людини і чим визначається мотивація. Значний вклад в дослідження мотивації персоналу внесли українські та російські вчені А.Б. Богиня, Б.М. Генкін, Н.В. Грачов, О.А. Грішнова, Д.Д. Вачугова, В.Р. Веснін, Н.А. Волгін, А.М. Колот, Ю.П. Кокін, М.М. Мартиненко, В.Д. Ракоті, О.І. Рофе, Г.Є. Слезінгер, Н.І. Шаталов, С.В. Шекшня, які в своїх роботах розглядали питання формування змістоутворюючих мотивів трудової діяльності, типи мотивації, окремі аспекти реформування мотиваційних відносин. Умовно їх дослідження можна розділити на декілька груп: одні досліджують теоретичні основи мотивації, розглядаючи мотиваційні теорії; другі – види мотивації та методи її досягнення; треті –

механізми та системи мотивації; четверті – створення мотиваційного середовища і, враховуючи його особливості, формування системи мотивації, націленої на досягнення підприємством поставлених цілей. Разом з цим, у працях дослідників практично не враховані особливості мотивації працівників до підвищення ефективності управління фінансовими потоками, які мають відповідати умовам логістизації економіки та специфіці функціонування промислових підприємств у формі логістичних систем.

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою статті є розкриття змісту та особливостей формування підприємствами мотиваційно-логістичного середовища, доведення доцільності використання рефлексивного та коеволуційного підходів до управління мотивацією в логістичних системах промислових підприємств, визначення ролі та завдань у напрямку забезпечення в них ефективного управління фінансовими потоками.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Логістизація економіки, зростання кількості мікрологістичних систем промислових підприємств та специфіка їх нинішнього функціонування характеризують процес управління знаннями не як інструмент збагачення, а як засіб забезпечення їх подальшого існування та розвитку. Тому системи мотивації, які розробляються кожним промисловим підприємством мають бути спрямовані на систематичний процес пошуку, використання, передачі інформації та знань, їх відтворення, накопичення інтелектуального капіталу в інтересах отримання конкурентних переваг, підвищення ефективності діяльності та формування корпоративної пам'яті. Створення корпоративної пам'яті дасть можливість визначити цінні знання, структурувати їх за критеріями цінності та сферами застосування, що в кінцевому варіанті сприятиме забезпеченню цінності логістичних ланцюгів та зростанню вартості підприємства.

На процес управління знаннями у сфері фінансових потоків суттєво впливають трансформації, що відбуваються в методологічних засадах фінансового менеджменту. Це пов'язано з революційними змінами в технологіях управління фінансами підприємств на основі інтегрування бізнес-процесів, створенням центрів фінансової відповідальності, систем планування фінансових ресурсів на основі поєднання систем управління логістичними ланцюгами з системами управління взаємовідносинами з клієнтами. Такий стан речей зумовлює необхідність нових підходів до знань, вмій, навичок та компетентностей менеджерів на підприємстві. У наборі стандартних функцій менеджера з'являються консультування, надання аналітичних послуг, управління системами ділового інтелекту, реінжиніринг бізнес-процесів, бенчмаркінг, аутсорсинг, управління на основі цінності, управління фінансовими потоками в логістичних системах. Це вимагає підвищення їх компетенцій, яке можливе у випадку прагнення працівників до самовдосконалення та самоосвіти, чому сприяє мотивація.

Управління мотивацією працівників в умовах динамічних змін, які супроводжуються неможливістю точно спрогнозувати поведінку учасників логістичних ланцюгів та передбачити їх вплив на поведінку працівників обумовлює необхідність застосування системного підходу. Незважаючи на це, однією з проблем, яка залишається і в умовах формування промисловими підприємствами логістичних систем є створення мотиваційно-логістичного середовища, яке забезпечить дієвість системи мотивації персоналу на основі відповідного мотиваційного механізму.

На сьогоднішній день теоретиками і практикаками питанням формування мотиваційно-логістичного середовища присвячено досить мало уваги. Підтвердженням цього є існування в науковій літературі досить обмеженої кількості визначень «мотиваційне середовище», і практична відсутність - «мотиваційно-логістичне середовище». Пуденко Т.І. вважає, що мотиваційне середовище включає сукупність умов, які впливають на зусилля працівників підприємства для досягнення його цілей і, як наслідок, на ефективність їх професійної діяльності [1]. На думку Бахарєва С.В. воно відображає сукупність умов, які визначають направленість та величину зусиль, що прикладаються для досягнення цілей підприємства [2]. Такі трактування досить обмежено визначають зміст поняття «мотиваційне середовище», оскільки відображають виключно роль працівника лише при формуванні зусиль у напрямку забезпечення його дієвості. Досконалішою є точка зору Капітонової В. В., згідно якої мотиваційне середовище - це комплекс мір, розроблених на конкретному підприємстві, виходячи із організаційної культури, яка склалася, традицій взаємовідносин, їх удосконалення, спрямованих на підвищення ефективності підприємства [3, с. 14]. Самоукіна Н.В. зміст мотиваційного середовища не конкретизує, але визначає обов'язкові умови його створення [4, с.183-184]. На її думку, при формуванні мотиваційного середовища необхідно: визначити результати, необхідні для компанії; сформулювати зрозумілі критерії оцінки роботи працівників; сформувати у працівників впевненість у об'єктивній та однозначній оцінці їх роботи; розробити конкретні винагороди за результати; забезпечити чітке інформування працівників про системи мотивації. На відміну від представлених підходів, окремі аспекти сутності мотиваційно-логістичного середовища розкриваються Лутай Л. та Зяблицев Д.. При цьому вони визначають зміст механізму формування логістично-мотиваційного середовища [5, с. 183]. На їх думку, він є процесом управління мотивацією працівників із використанням логістичних інструментів і принципів на основі застосування системного підходу, який передбачає зміни як у внутрішньому

(мікрологістика), так і зовнішньому (макрологістика) середовищі, забезпечує взаємозв'язок між двома системами (логістики та мотивації) із застосуванням спільних методик і критеріїв оцінювання персоналу на кожній стадії логістичного ланцюга. Він також передбачає відповідні засоби та умови спонукання працівників на досягнення цілей підприємства при виконанні ними своїх функцій задля ефективної реалізації стратегії підприємства». Дійсно таким трактуванням виокремлено значну роль логістичних інструментів та принципів в управлінні мотивацією працівників, хоча не розкрито зміст самого поняття. Вважаємо, що трактування мотиваційно-логістичного середовища в контексті логістично-орієнтованого управління фінансовими потоками має бути таким: сукупність мір та умов, які визначаються корпоративною культурою підприємства, мотивують персонал до забезпечення ефективного управління фінансовими потоками за логістичними ланцюгами та його постійного удосконалення на основі капіталізації знань.

Таке трактування розкриває ключову роль капіталізації знань та свідчить про те, що процеси управління знаннями, в першу чергу пов'язані з мотивацією персоналу до їх удосконалення. Сукупність колективних знань працівників підприємства, їх творчих здібностей, вмінь, навичок обумовлюють формування інтелектуального капіталу підприємства, що підвищує його ринкову вартість та забезпечує ефективне функціонування.

За результатами аналізу встановлено, що до передумов формування мотиваційно-логістичного середовища доцільно віднести такі:

- чіткість формулювання очікуваних результатів від працівників (механізм логістично-орієнтованого управління фінансовими потоками сприяє полегшенню сприйняття персоналом процесів формування цінності логістичних ланцюгів та процесів створення вартості підприємства);
- відповідність мотиваційному профілю розроблених видів винагороди за високі результати, успіхи, досягнення (в умовах логістично-орієнтованого управління фінансовими потоками створюються можливості оцінки впливу кожного працівника на учасників логістичного ланцюга);
- впевненість працівників у однозначності, об'єктивності оцінки їх роботи та своєчасності винагороди (логістично-орієнтоване управління фінансовими потоками відображає реальну оцінку цінності кожного логістичного ланцюга за обсягом отриманого чистого фінансового потоку);
- самостійність працівників у оцінюванні ступеня досяжності результатів на основі вчасної інформованості про зміни в системах мотивації;
- рівень розвитку корпоративної культури та виконання вимог соціальної відповідальності.

Формування мотиваційно-логістичного середовища на промислових підприємствах має обов'язково включати розробку мотиваційного механізму, який знаходиться в його основі. В умовах створення промисловими підприємствами логістичних систем, формування мотиваційного механізму в межах мотиваційно-логістичного середовища має включати:

- створення такої системи стимулювання працівників, яка заохочує до результативної поточної діяльності, розвитку організації та саморозвитку колективу;
- контроль та оцінка діяльності працівників, спрямованих на розкриття професійних та особистих якостей працівника, переконання працівників у тому, що вони мають можливості для удосконалення своєї діяльності;
- делегування повноважень, яке передбачає реалізацію можливостей та спрямованості колективу на забезпечення узгодженості дій керівників і працівників у процесі своєї діяльності;
- залучення працівників до участі в управлінні та плануванні роботи, що дасть можливість вирішувати питання інноваційного характеру, застосовувати гнучкий, побудований на рефлексивному управлінні та коеволюції підхід до прийняття управлінських рішень на підприємстві взагалі і в управлінні фінансовими потоками зокрема;
- створення умов для інноваційної діяльності, що забезпечить пошук шляхів для прогресивного розвитку працівників з урахуванням їх об'єктивних можливостей, рівня професійної компетентності, готових до сприйняття та застосування найсучасніших інноваційних технологій у професійній діяльності.

На етапі створення промисловими підприємствами логістичних систем мотиваційні механізми мають відображати об'єктивно необхідні складові, які дозволять стимулювати працівників до обміну знаннями і участі їх у процесах накопичення та використання колективних знань, впровадження систем управління знаннями. Вони повинні сприяти інтелектуальному розвитку працівників, винахідливості, інноваційної активності, підвищенню професійних компетентностей, самостійності, здатності до засвоєння та примноження знань. Для цього основними завданнями, на вирішення яких має бути спрямовано формування мотиваційного механізму, являються: забезпечення зайнятості персоналу; формування інтелектуального капіталу та трансферу знань; створення умов для професійного та кар'єрного зростання; створення сприятливого соціально-психологічного клімату у колективі; сприяння у створенні атмосфери відповідальності та постійного пошуку нових шляхів підвищення загальної

ефективності діяльності; підвищення ефективності функціонування фінансових потоків; підвищення кваліфікації та розширення компетенцій працівників.

Ефективність функціонування мотиваційного механізму у складі мотиваційно-логістичного середовища може бути забезпечена реалізацією основних функцій, які базуються на принципах, адекватних сучасному рівню розвитку підприємств. Результати аналізу дозволили узагальнити функції, доповнити принципи та методи його успішного функціонування в логістичних системах промислових підприємств.

Основними функціями мотиваційного механізму мають бути такі:

- заохочувальна (передбачає пошук таких способів та засобів мотивації, які спонукають працівника до якісної високоефективної праці);
- контрольна (відповідає за постійний моніторинг наявності та відповідності стимулів та мотивів вимогам внутрішнього та зовнішнього середовища та адекватності винагороди за досягнення працівників);
- розвиваюча (враховуючи нестабільність економічного розвитку та підвищення ролі інформатизації суспільства сприяє необхідності інтелектуального збагачення працівників, накопичення інтелектуального капіталу на основі збагачення новими знаннями через навчання та їх трансфер як в середині організації, так і поза її межами);
- зберігаюча (передбачає наявність таких стимулів та винагород, які обумовлюють високий ступінь зайнятості, низький рівень плинності персоналу, високу ефективність та постійне прагнення до самовдосконалення, самореалізації та розвитку).

До принципів функціонування мотиваційних механізмів в логістичних системах промислових підприємств доцільно включати такі:

- комплексність (передбачає необхідність всебічного підходу з урахуванням усіх можливих факторів: організаційних, правових, технічних, матеріальних, соціальних, моральних, соціологічних);
- системність (виявлення та ліквідація протиріч між факторами та забезпечення їх взаємозв'язку);
- регламентація (встановлення певного порядку у вигляді інструкцій, правил, нормативів та контролю за їх виконанням);
- спеціалізація (закріплення за підрозділами підприємства та окремими працівниками конкретних функцій та робіт у відповідності до принципу раціоналізації);
- стабільність (наявність створеного колективу, незначна плинність персоналу, наявність визначених задач і функцій, які стоять перед колективом і порядку їх виконання);
- цілеспрямована творчість (створення нових технологій виробництва, впровадження нової техніки, пошук нових більш ефективних рішень у сфері організації та управління мотивацією).

Основними методами, які виокремлюються у складі мотиваційного механізму є організаційно-адміністративні, економічні, соціально-психологічні методи. Вони забезпечують управління мотивацією шляхом морального стимулювання працівників, участі в управлінні підприємством, через особистий приклад керівника, формальне та неформальне спілкування, професійне і кар'єрне зростання, справедливість оцінки керівником результатів праці підлеглого, соціальний розвиток колективу та формування корпоративної культури, збагачення змістовності праці та можливість новаторства, а також покращення естетичних умов праці і формування творчої атмосфери.

Створення мотиваційного механізму в мотиваційно-логістичному середовищі підприємства обумовлює комплекс інструментів впливу на поведінку працівників з урахуванням їх особливостей через мотиви, стимули, потреби, ціннісні орієнтири, які забезпечать досягнення цілей працівниками та стратегічних цілей підприємства в частині забезпечення ефективного управління взагалі і фінансовими потоками зокрема.

Мотиваційно-логістичне середовища має бути адаптивним до змін та необхідності застосування сучасних методів та засобів мотивації. Базуючись на ключових складових мотиваційного механізму, промисловим підприємствам в умовах логістизації економіки доцільно управління мотивацією здійснювати на основі застосування рефлексивного та коеволюційного підходів. Їх гармонійне поєднання дозволить посилити вплив властивостей логістичної системи промислового підприємства та можливостей взаємодії із зовнішнім середовищем на процеси управління мотивацією.

Результати досліджень властивостей логістичних систем свідчать про те, що процеси коеволюції в умовах функціонування мотиваційно-логістичного середовища є немінучими, оскільки еволюція хоча б однієї складової управління фінансовими потоками в логістичних системах обумовлює зміни інших складових, які мусять активно адаптуватися до змін і тим самим формувати загальні напрями та темпи еволюції. Коеволюція – це термін, що застосовується сучасною наукою для пояснення механізму взаємообумовлених змін елементів, що є складовими цілісної системи, яка розвивається [6]. Процеси коеволюції особливо характерними є для управління мікрологістичними системами [7, 8]. Коеволюція систем представляє собою процес взаємної еволюції систем, що сприяє формуванню систем більш

високого ієрархічного рівня. Процес коеволуції, для якого характерними є узгодженість та одночасність, відіграє роль позитивного зворотного зв'язку, що значно прискорює еволюційні процеси кожної окремої з підсистем в управлінні фінансовими потоками.

Як стверджують науковці [9, с. 272], коеволуція може відбуватися за певних умов: своєчасності та регулярності взаємодії підсистем (систем); достатньому рівні автономності та взаємозалежності систем (системи управління фінансовими потоками та мотивації персоналу є автономними, але взаємозалежними, оскільки від мотивації персоналу до здобуття нових знань, підвищення своєї компетентності залежатиме ефективність використання фінансових ресурсів); узгодженості потужностей систем, які є коеволуційними (у процесі коеволуції при взаємодії менш та більш потужних систем (підсистем) досягається ефект більш потужної системи (підсистеми). В результаті взаємодію елементів логістичної системи можна розглядати як логічний коеволуційним процес, при здійсненні якого підсилюється результативність кожної з підсистем та всієї системи управління логістичними системами на основі синергетичного ефекту (відбувається взаємодія логістики та фінансового менеджменту).

Виходячи з цього, застосування коеволуційного підходу до управління мотивацією має забезпечити створення на промисловому підприємстві умов до постійного вдосконалення набутих знань та компетенцій. Основними завданнями при застосуванні коеволуційного підходу в управлінні мотивацією до забезпечення ефективного управління фінансовими потоками мають стати:

- 1) формування у працівників тверджень про те, що винагорода за їх працю визначається можливостями пристосування до умов розвитку науки і техніки;
- 2) створення умов, за яких у працівників складається враження про те, що розвиток знань і умінь конкретної особи залежить від знань і умінь всього колективу;
- 3) побудова нових систем мотивації визначається можливостями постійного і координованого розвитку кожного працівника;
- 4) формування корпоративної пам'яті, яка дозволить інформувати працівників про набуті на підприємстві компетенції та створити умови для оцінки можливостей отримання ними нових;
- 5) розробка мотиваційного профілю, який дозволить застосовувати індивідуальний підхід до мотивації окремого працівника, виходячи з його особливостей (рівня освіти, класифікації, цінностей, установок, потреб).

На відміну від коеволуції рефлексія створює особові і професійні сенси всіх працівників підприємства. Основним інструментом працівника стають його особистість, розумові, творчі та комунікативні здібності. Рефлексивне управління мотивацією має бути зорієнтоване на врахування уявлень, понять, знань, ідей, що притаманні конкретному працівнику підприємства та колективу в цілому. В результаті воно має спонукати працівників до особливої реакції на учасників логістичних ланцюгів та визначати етапність процесу корекції змісту їх рішень, які залежать від ініціалізації, осмислення причин, що призвели до виникнення певної ситуації та визначення власного місця, ступеня власного впливу на процеси управління фінансовими потоками в логістичних системах промислових підприємств. В якості засобу рефлексивного впливу на рівень мотивації працівників має виступати цінність логістичних ланцюгів. В результаті основними напрямками рефлексивного управління мотивацією працівників до забезпечення ефективного управління фінансовими потоками в логістичних системах промислових підприємств мають бути такі:

- 1) спонукання працівників до швидкого прийняття рішень за рахунок активізації в них логічної та інтуїтивної свідомості;
- 2) формування зацікавленості працівників до оцінки власного впливу на учасників логістичних ланцюгів та визначення власного місця в майбутньому;
- 3) створення мотивів до перегляду власних дій з урахуванням осмислених помилок;
- 4) розвиток професійних рефлексивних здібностей, опанування уміння самостійно цілеспрямовано усвідомлено або інтуїтивно вибирати або навіть створювати оптимальну систему управління фінансовими потоками.

#### Висновки

Таким чином, рефлексивне та коеволуційне управління мотивацією в межах мотиваційно-логістичного середовища спроможне забезпечити постійний та координований розвиток кожного працівника, визначити знання працівників щодо управління фінансовими потоками як нову функцію, що створить передумови для розширення та трансферу знань на основі формування мотивів до участі у їх капіталізації.

#### Список використаної літератури

1. Пуденко Т.И. Как мотивировать продуктивную работу персонала. URL: [http://nisse.ru/articles/details.php?ELEMENT\\_ID=129230](http://nisse.ru/articles/details.php?ELEMENT_ID=129230) (дата звернення 15.11.2019).
2. Бахарев С.В. Диагностика мотивационной среды предприятия. Сборник научных трудов Института бизнеса и права. URL: <http://www.ibl.ru/konf/120412> (дата звернення 10.09.2019)

3. Капитонова В.В. Мотивационный аспект управления развитием промышленного предприятия: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Ижевск, 2013. – 22 с.
4. Самоукина Н.В. Эффективная мотивация персонала при минимальных финансовых затратах. Москва: Вершина, 2007. – 224 с.
5. Лутай Л., Зяблицев Д. Системний підхід до формування логістично-мотиваційного середовища на торговельному підприємстві. Галицький економічний вісник. 2011. №1(30). С. 180–185.
6. Грицанов А. А. Новейший философский словарь. Минск: Книжный Дом. 2003. – 1280 с.
7. Скіцько В. І. Концептуальні положення управління логістичними системами на засадах коеволуції та рефлексивності. Моделювання та інформаційні системи в економіці. 2013. Вип. 89. – С. 117-132.
8. Скіцько В.І. Концептуальні засади управління логістичними системами з врахуванням синергії та синегетики /В.І.Скіцько //Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. – Серія: Економіка. – 2015. – № 4 (169). – С. 53 – 58.
9. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. Москва: КОМКНИГА, 2007. – 272 с.

#### References

1. Pudenko T.Y. Как motyvirovat produktyvnuiu rabotu personala (How to motivate productive work of staff) Available at: [http://nisse.ru/articles/details.php?ELEMENT\\_ID=129230](http://nisse.ru/articles/details.php?ELEMENT_ID=129230)] (accessed 15 November 2019).
2. Bakharev S.V. Dyahnostyka motyvatsyonnoi sredy predpriyatiya (Diagnostics of the motivational environment of the enterprise) Available at: [www.ibl.ru/konf/120412](http://www.ibl.ru/konf/120412) (accessed 10 September 2019).
3. Капытонова В.В. Мотивационный аспект управления развитием промышленного предприятия. Автореф. дисс. ... канд. экон. наук [Motivational aspect of industrial enterprise development management. Cand. econ. sci.]. Izhevsk. 2013. 22 p.
4. Samoukina N.V. Effektivnaia motyvatsiia personala pry mynymalnykh fynansovykh zatratakh [Effective staff motivation with minimal financial costs]. Moscow. Vershyna, 2007. 224 p.
5. Lutai L., Ziablytsev D. Systemnyi pidkhdid do formuvannia lohistychno-motyvatyinoho seredovysheha na torhovelnomu pidpriemstvi [A systematic approach to the formation of a logistics and motivation environment in a trading enterprise]. Halytskyi ekonomichnyi visnyk [Galician Economic Bulletin], 2011, no.1(30), pp. 180-185.
6. Hrytsanov A. A. Noveishyi fylosofskyi slovar /A.A. Hrytsanov. Mynsk: Knyzhnyi Dom. 2003. – 1280 p.
7. Skitsko V. I. Kontseptualni polozhennia upravlinnia lohistychnymy systemamy na zasadakh koevoliutsii ta reflektivnosti. Modeliuvannia ta informatsiini systemy v ekonomitsi. 2013, Vyp. 89, p. 117-132.
8. Skitsko V.I. Kontseptualni zasady upravlinnia lohistychnymy systemamy z vrakhuvanniam synerhii ta synehetyky. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu im. Tarasa Shevchenka. Serii: Ekonomika, 2015, № 4 (169), p. 53 – 58.
9. Kniazeva E.N., Kurdiunov S.P. Synerhetyka: Nelyneinost vremeny y landshafty koevoliutsyy. Moscow. KOMKNIHA, 2007. 272 p.



УДК 331.101.3:331,108:65

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.25](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.25)

Н.А. ТЮХТЕНКО

Херсонський державний університет  
ORCID: 0000-0003-4634-9139

## УПРАВЛІНСЬКІ АСПЕКТИ ТРУДОВОЇ ПОВЕДІНКИ В СИСТЕМІ КАДРОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА

*У даній статті відображені сутнісні особливості трудової поведінки, досліджено типологію трудової поведінки та структуру її мотивів, запропоновано методи управління трудовою поведінкою.*

*Конкретизовано набір дій, які входять до складу трудової поведінки: циклічні дії, маргінальні дії, поведінкові схеми та стереотипи, дії, в основі яких лежать стійкі переконання, ситуаційні дії, спонтанні дії, свідоме або несвідоме повторення стереотипів групової поведінки, дії під впливом примусу та переконань інших суб'єктів. Показано, що в ідеальній соціально-трудова ситуації набір зазначених дій реалізується через механізми самомотивації та самоналаштування працівника. Підкреслено особливість дослідження трудової поведінки в системі кадрового менеджменту підприємства, яка полягає в різноманітності посадових функцій та завдань, що обумовлює складну множинність бажаних конкретних проявів трудової поведінки працівників. Тому, управління трудовою поведінкою працівників з метою досягнення цілей підприємства вимагає, передусім, визначення факторів, які на неї впливають.*

*На основі дослідження наукових джерел було визначено фактори трудової поведінки працівників підприємства. Розглянуто різні підходи до їх типологізації та обрання критеріїв, за якими вони виділяються. Досліджено мотиви та цінності працівників, які є основою їхніх трудових дій і вчинків. Визначено, що в структурі мотивів трудової поведінки значне місце посідають соціально-психологічні та духовні мотиви, які необхідно вивчати та враховувати при реалізації заходів кадрового менеджменту. Зроблено висновок, що відмінності у пріоритетних мотивах трудової діяльності працівників ставлять під сумнів ефективність заходів з управління трудовою поведінкою працівників підприємства в цілому.*

*Ключові слова: кадровий менеджмент, трудова поведінка, мотиви трудової поведінки, типи трудової поведінки.*

Н.А. ТЮХТЕНКО

Херсонский государственный университет  
ORCID: 0000-0003-4634-9139

## УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРУДОВОГО ПОВЕДЕНИЯ В СИСТЕМЕ КАДРОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ

*В данной статье отражены сущность трудового поведения, исследованы типология трудового поведения и структура его мотивов, предложены методы управления трудовым поведением.*

*Конкретизирован набор действий, который входит в состав трудового поведения: циклические действия, маргинальные действия, поведенческие схемы и стереотипы, действия, в основе которых лежат стойкие убеждения, ситуационные действия, спонтанные действия, сознательное или бессознательное повторение стереотипов группового поведения, действия под влиянием принуждения и убеждений других субъектов. Показано, что в идеальной социально-трудова ситуации набор указанных действий реализуется через механизмы самомотивации и самонастройки работника. Подчеркнута особенность исследования трудового поведения в системе кадрового менеджмента предприятия, которая заключается в разнообразии должностных функций и задачи, что обуславливает сложную множественность желаемых конкретных проявлений трудового поведения работников. Поэтому, управление трудовым поведением работников для достижения целей предприятия требует, прежде всего, определение факторов, которые на нее влияют.*

*На основе исследования научной литературы были определены факторы трудового поведения работников предприятия. Рассмотрены различные подходы к типологизации факторов и избранию критериев, по которым они выделяются. Исследованы мотивы и ценности работников, которые являются основой их трудовых действий и поступков. Определено, что в структуре мотивов трудового поведения значительное место занимают социально-психологические и духовные мотивы, которые необходимо изучать и учитывать при реализации мероприятий кадрового менеджмента. Сделано заключение, что различия в пріоритетных мотивах трудовой деятельности работников ставят под сомнение эффективность мер по управлению трудовым поведением работников предприятия в целом.*

*Ключевые слова: кадровый менеджмент, трудовое поведение, мотивы трудового поведения, типы трудового поведения.*

N. TIUKHTENKO  
Kherson State University  
ORCID: 0000-0003-4634-9139

### MANAGERIAL ISSUES OF THE LABOR BEHAVIOR WITHIN THE SYSTEM OF PERSONNEL MANAGEMENT

*The essential features of employment behavior are reflected in the article. The typology of employment behavior and the structure of its motives are investigated, and the methods for management of employment behavior are proposed.*

*A set of actions that is a part of employment behavior has been described in details. They are cyclic actions, marginal actions, behavioral patterns and stereotypes, actions based on persistent beliefs, situational actions, spontaneous actions, conscious or unconscious repetition of stereotypes of group behavior, actions in response to pressure and convincing of other subjects. It is shown that in the ideal social and employment situation, the set of these actions is realized through the mechanisms of employee's self-motivation and self-adjustment. The peculiarity of the study of employment behavior in the system of personnel management of the enterprise is emphasized, which involves the variety of job functions and tasks that causes a complex multiplicity of desirable specific manifestations of employment behavior of the employees. Therefore, management of employment behavior of the employees for achieving the enterprise goals requires, particularly, the determination of the factors affecting it.*

*On the basis of the study of scientific literature, the factors of employment behavior of the employees of an enterprise were determined. Different approaches to their typologization and selection of the criteria by which they are distinguished have been considered. The motives and values of the employees, which are the basis of their labor actions, were investigated. It is determined that social and psychological and spiritual motives, which must be studied and taken into account in the implementation of measures of personnel management, take up a significant space in the structure of motives of employment behavior. It is concluded that differences in the priority motives of employees' employment activity call into question the effectiveness of measures for management of employment behavior of the employees at the enterprise as a whole.*

*Keywords: personnel management, employment behavior, motives of employment behavior, types of employment behavior.*

#### Постановка проблеми

Сучасні умови господарювання як провідних країн світу, так і країн, що будують соціально-орієнтовану ринкову економічну систему (до яких належить і Україна), об'єктивно виокремлюють важливий (а, можливо, і головний) чинник економічного прогресу – людський. Це доведено як працями науковців, так і практикою господарського життя сучасного суспільства. Саме людський чинник шляхом здійснення трудової діяльності стає вирішальним у досягненні максимальної ефективності функціонування економічних систем всіх рівнів – від світової економіки до окремого підприємства.

Приведення змісту трудової діяльності працівників у відповідність до цілей підприємства вимагає ефективного управління трудовими ресурсами, яке в сучасній світовій науці і практиці реалізується в побудові системи кадрового менеджменту підприємства. Саме кадровий менеджмент покликаний сформулювати передумови і забезпечити ефективне формування, використання, розвиток та відтворення трудового потенціалу у контексті досягнення обраних цілей як підприємства, так і його працівників.

Відповідність трудової діяльності кожного працівника певним цілям підприємства виражається, передусім, у необхідному комплексі його трудових дій у конкретних виробничих ситуаціях, тобто у його трудовій поведінці. В цьому контексті важливе усвідомлення того, що людина, залучена до трудової діяльності, не є механічним елементом функціональної системи підприємства, а між трудовими функціями, заданими робочим місцем і професійними можливостями й бажанням виконувати ці функції завжди є певна дистанція. Ці обставини призводять до необхідності управління трудовою поведінкою працівників, яка є неодмінним атрибутом досягнення цілей будь-якого підприємства в ринкових умовах господарювання.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз та узагальнення досліджень таких відомих зарубіжних і вітчизняних учених різних галузей науки, як Волковицька Г.А., Грішнова О. А., Дороніна М. С., Доронін А. В., Друкер П. Ф., Заславська Т. І., Колот А. М., Лукашевич М.П., Михайлова Л.І., Семікіна М. В., Смирнов С. В., Співак В. А., Ткаченко А.М., Шаульська Л.В., Шокін Г. В. та ін. показав, що демократичність, лояльність, неформальність менеджменту, яка необхідна в управлінні трудовою поведінкою, розвивається на основі

соціально-психологічних технологій та інших наукових концепцій, пов'язаних з поясненням закономірностей поведінки людей і груп. Але, через те, що трудова поведінка досі не стала традиційним об'єктом вивчення управлінської науки і практики, багато її аспектів все ще залишаються поза увагою науковців і менеджерів-практиків.

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою статті є дослідження управлінських аспектів трудової поведінки, їх інтеграція в систему кадрового менеджменту підприємства на основі дослідження диференціації працівників за поведінковим критерієм.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Спрямованість та інтенсивність реалізації трудового потенціалу працівників підприємства відображається в їхній трудовій поведінці. Як управлінська, економічна і соціально-психологічна категорія, трудова поведінка визначається дослідниками як свідомо регульований комплекс дій і вчинків працівника, пов'язаних з поєднанням професійних можливостей та інтересів з діяльністю виробничої організації, виробничого процесу [4].

Конкретизуючи набір дій, які входять до складу трудової поведінки, виділимо наступні: циклічні дії, маргінальні дії, поведінкові схеми та стереотипи, дії, в основі яких лежать стійкі переконання, ситуаційні дії, спонтанні дії, свідоме або несвідоме повторення стереотипів групової поведінки, дії під впливом примусу та переконань інших суб'єктів [5].

В ідеальній соціально-трудовій ситуації набір зазначених дій в заданому напрямку реалізується через механізми самомотивації та самоналаштування працівника, які базуються на глибокому переконанні в тому, що досягнення цілей підприємства є головною умовою його власного добробуту, а робота – джерелом задоволеності, внутрішньої гармонії та саморозвитку. Це стає можливим завдяки самостійному пошуку працівником напрямів, цілей, засобів і способів задоволення потреб та підтримки цінностей. У такому випадку працівник, здійснюючи самооцінку та самокритику, отримує самозадоволення від досягнення трудових цілей і завжди прагне до самоефективності. Нажаль, існує занадто багато факторів здатних зруйнувати процеси самомотивації: монотонність праці, відсутність впевненості в досягненні успіху, відсутність прагнень та бажань в досягненнях, відсутність розуміння власних задач та функцій тощо. Саме тому постає необхідність регулювання трудової поведінки з боку менеджменту підприємства, яке ґрунтується на її всебічному дослідженні та аналізі.

Слід зазначити, що особливість дослідження трудової поведінки в системі кадрового менеджменту підприємства полягає в тому, що різноманітність посадових функцій та завдань обумовлює складну множинність бажаних конкретних проявів трудової поведінки працівників. Так, для одних посад і видів робіт індикаторами позитивної трудової поведінки виступають ініціативність або готовність до співпраці, для інших – вміння спілкуватися, адаптуватися до нових умов, спроможності вирішувати складні трудові питання тощо.

Так чи інакше, управління трудовою поведінкою працівників з метою досягнення цілей підприємства вимагає, передусім, визначення факторів, які на неї впливають. Аналізуючи джерела [3,4,6,7], об'єднаємо фактори трудової поведінки у такі групи: об'єктивні та суб'єктивні, свідомі та несвідомі.

Об'єктивні фактори трудової поведінки мають загальний або специфічний характер. До загальних факторів відносяться соціально-економічні умови трудової діяльності (трудове законодавство, система сімейного та шкільного виховання, ЗМІ тощо), до специфічних – обставини та умови конкретної трудової діяльності (зміст праці, виробничі умови, організація і оплата праці, соціально-психологічний клімат, ступінь участі в управлінні тощо). До суб'єктивних факторів віднесемо досвід, загальну та професійну культуру, психофізіологічні особливості людини, вік, стать, стаж роботи, здібності та схильності, ціннісні орієнтації тощо. До свідомих факторів трудової поведінки належать економічне самовизначення, освіта, професійна підготовка, мотивація і т.п., до несвідомих – традиції, культура, історичні особливості розвитку, державна та корпоративна політика економічного та соціального розвитку тощо.

Агрегуючи ці дві класифікації, можемо виділити два блоки факторів трудової поведінки – внутрішні (суб'єктивні та свідомі), які в значній мірі регулюються працівником, та зовнішні (об'єктивні та несвідомі), до регулювання яких працівник має обмежений доступ.

Таке різноманіття факторів трудової поведінки, з одного боку, пояснює причини певних дій та вчинків, а з іншого – поглиблює відмінності у трудовій поведінці працівників. Тому трудову поведінку кожного працівника підприємства можна віднести до того чи іншого типу.

Обсяг науково-практичних здобутків у сфері типологізації трудової поведінки неможливо недооцінити. Аналіз джерел свідчить про існування десятків критеріїв, за якими виділяють типи трудової поведінки працівників підприємства: ступінь активності, цілі спостереження, суб'єкт поведінки, наявність контакту з іншими суб'єктами, виробничі функції, ступінь детермінованості, ступінь відповідності встановленим нормам, ступінь формалізації, характер мотивації та ін. Зокрема, за

критерієм ступеня активності розрізняють ініціативний, виконавчий, пасивний та відхиляючий типи трудової поведінки. А критерій цілей спостереження передбачає виокремлення функціональної, економічної, організаційно-адміністративної, стратифікаційної, адаптивної, церемоніальної, характерологічної та деструктивної трудової поведінки.

Оптимальною, на нашу думку, є типологія трудової поведінки за критерієм очікувань працівників, яка досліджується в праці Г.Волковицької [2]. Саме очікування, які формуються під впливом різноманітних факторів трудової поведінки, пояснюють причини дій та вчинків працівників підприємства або їх відсутність. То ж, згідно з цим критерієм, трудову поведінку доцільно представити в таких типах:

- прагматичному (відповідає домінуванню очікувань матеріального характеру);
- гуманістичному (відповідає домінуванню очікувань нематеріального характеру);
- партнерському (при змішаній системі очікувань);
- байдужому (при невизначеній системі очікувань).

Спільною ж рисою для трудової поведінки абсолютно всіх працівників є те, що в її першооснові лежать потреби, які будучи усвідомленими працівником перетворюються в інтереси. Інтереси, в свою чергу, формують ієрархію мотивів та цінностей працівника, які є основою їхніх трудових дій і вчинків. Слід відзначити той загальновідомий факт, що цінності є усталеними переконаннями людини, які можуть формуватися і поза підприємством. Ці обставини необхідно брати до уваги, адже така сутнісна особливість цінностей ускладнює можливість впливу на них в процесі управління трудовою поведінкою працівників і потребує значних витрат ресурсів і часу. Саме тому, відповідність цінностей працівника та задач підприємства є сьогодні визначальним чинником в процесі набору та відбору працівників, а подальше управління трудовою поведінкою зводиться до всебічного вивчення саме її мотивів.

В предметному полі мотивів трудової поведінки працівників вважаємо за необхідне розглянути дві класичні групи мотивів – матеріального характеру та нематеріального (соціального, психологічного, духовного) характеру, а також визначити особливості трудової поведінки під їхнім впливом.

Мотиви матеріального характеру засновані на тих обставинах, що праця є джерелом доходу працівника, який необхідний йому (та його родині) для відтворення своїх фізичних та розумових здібностей та підтримання життєдіяльності. Такі мотиви називають мотивами збагачення або мотивами забезпечення і орієнтують трудову поведінку працівників на отримання заробітку.

Дослідження [1,5] свідчать, що домінування цього мотиву є характерним для представників робітничих професій, а зі зростанням рівня заробітку, його питома вага в структурі мотивів трудової поведінки зменшується. Саме тому системний кадровий менеджмент підприємства має бути зорієнтований не тільки на побудову ефективної системи оплати праці, а й створення відповідних умов для реалізації мотивів нематеріального (соціального, психологічного, духовного) характеру. Для цього, перш за все, необхідно розуміти їхні сутнісні особливості. Розглянемо сутність нематеріальних мотивів за класифікацією, подану О. Брасом – це мотиви стабільності, участі, покликання, престижу, незалежності, реалізації власної місії [1].

Мотив стабільності є неоднозначним, адже впливає на трудову поведінку за різними векторами спрямованості. Так, позитивна спрямованість мотиву стабільності виражається у намірі працівника мати постійне місце роботи, постійний заробіток, почуття впевненості у майбутньому. Працівники, для яких цей мотив є важливим згодні на роботи, яка приносить хоч і невеликий, але стабільний дохід – така форма організації праці в цілому негативно позначається на якості виконання трудових завдань та ефективності трудових дій, тобто трудовій поведінці. Негативна спрямованість цього мотиву, в свою чергу, проявляється в тому, що працівники намагаються уникнути моральних утисків з боку керівництва, бояться матеріальних стягнень та звільнення. Кадрова політика у цьому випадку зводиться до управління трудовою поведінкою шляхом страху та погроз, за яких можливо досягнути дотримання працівником регламентованої трудової поведінки, але аж ніяк не прояву ініціативи та креативності.

Мотив участі присутній у працівників, для яких важливо відчувати прив'язаність та підтримку колег, залученість до загальних справ трудового колективу. Об'єктивність виникнення цього мотиву зумовлюється хоча б тією кількістю часу, яку працівник проводить на роботі, а об'єктивність необхідності реагування на нього – тим, що трудова поведінка працівника обумовлюється в тому числі взаємодією з іншими працівниками. Тому з боку кадрового менеджменту мотив участі підкріплюється особливою увагою до особистісних якостей працівників та їх поєднанню в колективі, проведенням заходів, які сприяють емоційному зближенню, виокремленням часу та місця для спілкування тощо.

Мотив покликання пов'язаний із намаганням людини реалізувати свої компетенції в процесі трудової діяльності. Тому дуже важливим аспектом управління трудовою поведінкою є забезпечення цікавості трудових завдань, прагнення до максимальної відповідності вимог певної посади із знаннями, вміннями, навичками, здібностями та прагненнями працівника. (Саме цей аспект трудового життя сьогодні є дуже актуальним серед міжнародної спільноти і формалізується у Концепції гідної праці Міжнародної Організації Праці.)

Мотив престижу, або мотив визнання є актуальним для працівників, які потребують визнання та схвалення отриманого професійного або соціального статусу від колег, керівництва, родичів та знайомих, суспільства в цілому. Трудова поведінка таких працівників активізується подякою, похвалою, суспільним визнанням, наданням додаткових повноважень, довіри або атрибутів статусу.

Мотив незалежності виражається в потребі працівників до самоуправління, тобто до самостійності у виборі сфери трудових зусиль, розпорядженні робочим часом, обранні засобів або технології виконання роботи. Трудова поведінка працівників із вираженим мотивом незалежності детермінується наявністю довіри з боку керівництва, здійсненням не тотального, а точкового контролю та самоконтролю, жорстке дотримання показників діяльності

Мотив реалізації власної місії виникає виходячи з того, що працівник через свою трудову діяльність бажає зробити свій вклад в суспільство. З точки зору кадрового менеджменту, люди з вираженими мотивами реалізації власної місії є найкращими працівниками. Але при цьому необхідно врахувати умову відповідності корпоративної місії та особистої місії працівника.

Об'єднаємо розглянуті мотиви трудової діяльності із зазначеними вище типами трудової поведінки та представимо їх у вигляді матриці, представленої у табл. 1.

Таблиця 1

**Матриця трудової поведінки (ТП) працівників залежно від мотивів трудової діяльності**

		Мотиви нематеріального характеру	
		значні	незначні
Мотиви матеріального характеру	значні	Партнерська ТП	Прагматична ТП
	незначні	Гуманістична ТП	Байдужа ТП

Таким чином, запропонована матриця дає можливість визначати тип трудової поведінки працівників на основі мотивів трудової діяльності, формувати структуру працівників підприємства за типом трудової поведінки, і, в разі невідповідності цілям підприємства та/або займаній посаді, проводити необхідні зміни в системі кадрового менеджменту.

Загалом, дослідження ієрархії зазначених мотивів трудової поведінки працівників дозволить збудувати таку ієрархію для підприємства в цілому. Але врахування всіх мотивів трудової поведінки при побудові мотиваційного механізму, на нашу думку, зробить її надто громіздкою і незрозумілою, тому підприємствам доцільно абстрагуватися та зосереджуватися лише на декількох – головних з них, які становитимуть «мотиваційне ядро» в системі кадрового менеджменту.

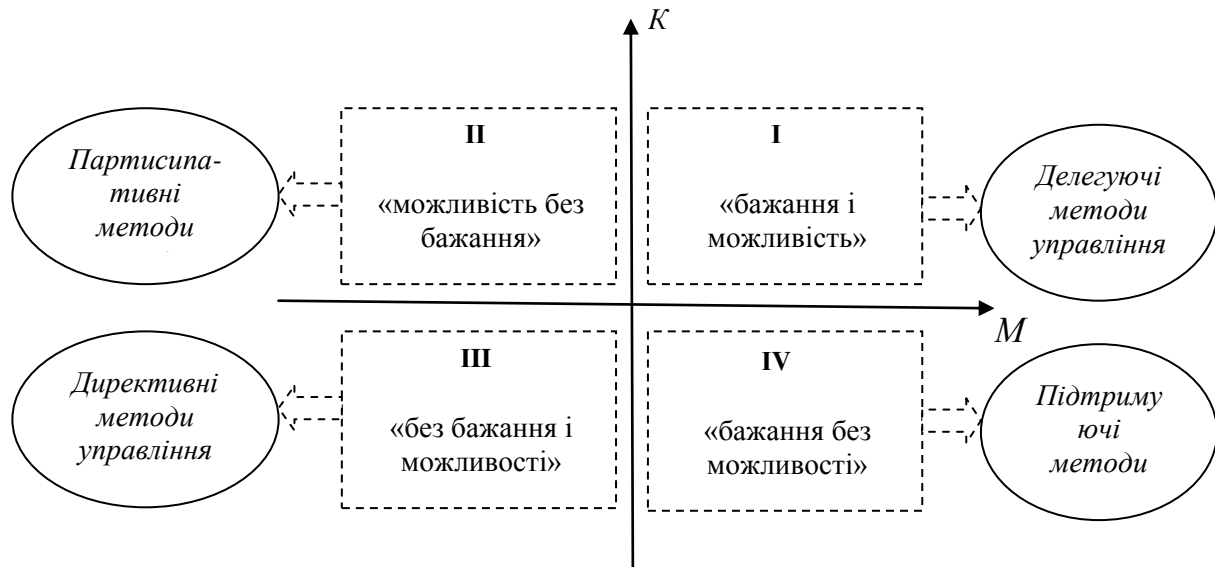
Головні мотиви трудової поведінки працівників підприємства, на нашу думку, мають стати одним із головних об'єктів системи кадрового менеджменту підприємства. А ефективне управління трудовою поведінкою на основі мотивів трудової діяльності сприятиме зростанню рівня вмотивованості працівників, формуванню корпоративних цінностей, зростанню рівня лояльності, зниженню плинності кадрів тощо.

То ж управління трудовою поведінкою має передбачати розробку та реалізацію комплексу заходів економічного, адміністративного або соціально-психологічного характеру, спрямованих на подолання невідповідності між бажаними та фактичними діями працівника та узгодження його цілей із цілями підприємства. На нашу думку, при розробці методів управління трудовою поведінкою необхідно враховувати як вмотивованість працівників, яка розглядається нами як першооснова їх трудових дій та вчинків, тобто «бажання» працювати в заданих соціально-економічних і психологічних умовах, так і компетентність працівників, яка виступає індикатором «можливості» працювати, тобто виконувати роботу певної складності в заданих соціально-економічних і психологічних умовах. Тому вважаємо за необхідне представити методи управління трудовою поведінкою через різні варіанти поєднання компетентності та вмотивованості і зобразити це у вигляді системи координат (рис.1).

Перша чверть системи координат характеризує найбільш бажану ситуацію, за якої працівники мають достатню компетентність, а їх першочергові потреби задовольняються діючою системою мотивації праці на підприємстві. В такому випадку керівник може передавати частину своїх функцій підлеглим і обмежити свою роль контролем та несенням відповідальності.

Друга чверть позначає ситуацію, в якій мотиви трудової поведінки працівників в тій чи іншій мірі різняться з корпоративними нормами та цінностями, що викликає процеси де мотивації. Тому в цій

ситуації керівнику важливо брати до уваги думки та інтереси підлеглих, здійснити заходи із зближення цілей працівників та підприємства.



**Рис. 1. Методи управління трудовою поведінкою в системі координат «К-М» (компетентність-вмотивованість)**

Для третьої чверті актуальними є директивні методи управління, за яких керівник вирішує самостійно що, кому, коли, де і як робити тільки слабка вмотивованість, а й недостатній рівень компетентності. При цьому, причиною небажаної трудової поведінки є не така ситуація суперечить концепції про персонал як стратегічний ресурс організації, тому може допускатися лише для короткострокового періоду.

В четвертій чверті необхідно реалізовувати підтримуючий стиль керівництва, за якого менеджер заохочує бажання працівників в досягненні необхідного рівня компетентності через коучинг, наставництво та інші форми професійного навчання.

#### Висновки

Таким чином, аналіз науково-практичних джерел та власні розробки і дослідження автора дають підстави відзначити складність та особливість трудової поведінки як предметної сфери кадрового менеджменту, що зумовлюється наступними обставинами:

- роль поведінкового фактора в економіці неоднозначна: одні типи поведінки працівників спричиняють виникнення диспропорцій, зниження загального темпу розвитку, інші свідчать про вияв творчої ініціативи і трудової активності працівників, самостійного пошуку резервів підвищення ефективності виробництва;
- ідентична поведінка в різних ситуаціях або різних працівників може трактуватися та інтерпретуватися менеджментом підприємства по-різному;
- вплив оточення на трудову поведінку окремого працівника (соціально-психологічний клімат в колективі, групові норми, міжособистісні ролі в групі, міжособистісні стосунки тощо) є значним, що ускладнює її аналіз;
- частина мотивів трудової поведінки формуються під впливом факторів, які знаходяться поза зоною впливу підприємства;
- багатокритеріальність оцінки та класифікації трудової поведінки ускладнює побудову ефективної системи управління нею;
- необхідно передбачати результат від поєднання різних форм трудової поведінки в колективі та визначати оптимальну структуру працівників за типами трудової поведінки;
- в структурі мотивів трудової поведінки значне місце посідають соціально-психологічні та духовні мотиви, які необхідно вивчати та враховувати при реалізації заходів кадрового менеджменту;
- відмінності (часом значні) у пріоритетних мотивах трудової діяльності працівників ставить під сумнів ефективність заходів з управління трудовою поведінкою працівників підприємства в цілому (розрахованих на «середнього працівника»).

**Список використаної літератури**

1. Брасс, А.А. Трудовое поведение и мотивы сотрудников / А.А. Брасс // Инновационная стратегия устойчивого развития производства конкурентоспособной продукции и перехода организаций на новый эффективный менеджмент. Материалы XI международной научно-практической конференции. – Минск: ОАО «Гипросвязь», 2011, С. 9–10.
2. Волковицкая Г.А. Управление трудовым поведением на основе концепции социального обмена / Г.А. Волковицкая // Вестник ВГУ: Серия: экономика и управление. – 2012, №2, С.119-126.
3. Доронин А.В. Управление трудовым поведением персонала / А.В. Доронин // Бизнес Информ. – 2011, № 10, С. 128-132.
4. Дороніна М. С. Управління організаційною поведінкою : монографія / М. С. Дороніна, В. В. Тютлікова ; за заг. ред. докт. екон. наук, професора Дороніної М. С. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2011. – 200 с.
5. Заславская Т. И. Социология экономической жизни: Очерки теории / Т. И. Заславская, Р. В. Рывкина. – Новосибирск ; Наука : Сиб. отд., 1991. – 442 с.
6. Лукашевич М.П. Соціологія праці: Навчальний посібник. - К.: Либідь, 2004. - 440 с.
7. Ткаченко А. М. Стратегічні напрями удосконалення управління персоналом. Монографія / А. М. Ткаченко, Т. С. Моршенюк – Запоріжжя: Видавництво запорізької державної інженерної академії, 2008. – С. 25-29.
8. Троший А.Р. Проблемы типологии работников и их трудового поведения / А.Р. Троший // Материалы научно-методической конференции «Современные технологии учебного процесса в вузе». – Ульяновск, 2007. – С. 219-223.

**References**

1. Brass, A.A. Trudovoe povedeniye i motyvny sotrudnykov / A.A. Brass // Ynnovatsyonnaia stratehiya ustoichyvoho razvytiya proyzvodstva konkurentosposobnoi produktsyy y perekhoda orhanyzatsyi na novyi efektyvnnyi menedzhment. Materyaly XI mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy. Mynsk: ОАО «Гипросвязь», 2011, р. 9–10.
2. Volkovytskaia H.A. Upravleniye trudovym povelenyem na osnove kontseptsyy sotsyalnoho obmena / H.A. Volkovytskaia // Vestnyk VHU: Seryia: ekonomyka i upravleniye. 2012, no. 2, S.119-126.
3. Doronyn A.V. Upravleniye trudovym povedenym personala / A.V. Doronyn // Biznes Inform. 2011, no. 10, PP. 128-132.
4. Doronina M. S. Upravlinnia orhanizatsiinoiu povedinkoiu: monohrafiia / M. S. Doronina, V.V. Tiutlikova; za zah. red. dokt. ekon. nauk, profesora Doroninoi M. S. Kharkiv.: Vyd. KhNEU, 2011. 200 p.
5. Zaslavskaia T. Y. Sotsyolohiia ekonomycheskoi zhyzny: Ocherky teoryy / T. Y. Zaslavskaia, R. V. Ryvkyna. Novosybyrsk; Nauka: Syb. otd., 1991. 442 p.
6. Lukashevych M.P. Sotsiolohiia pratsi: Navchalnyi posibnyk. Kiyv: Lybid, 2004. 440 p.
7. Tkachenko A. M. Stratehichni napriamy udoskonalennia upravlinnia personalom. Monohrafiia / A. M. Tkachenko, T. S. Morshenok – Zaporizhzhia: Vydavnytstvo zaporizkoi derzhavnoi inzhenernoi akademii, 2008. – p. 25-29.
8. Troshchyi A.R. Problemy typolohyy robotnykov y ykh trudovoho povedeniya / A.R. Troshchyi // Materyaly nauchno-metodycheskoi konferentsyy «Sovremennnye tekhnolohy uchenoho protsessa v vuze». – Ulianovsk, 2007. – pp. 219-223.

УДК 656.621:626

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.26](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.26)

Н.В. ШАНДОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-6278-1143

## ПЕРСПЕКТИВИ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ВОДНОЇ СИСТЕМИ

*В даній роботі проведено дослідження перспектив стійкого розвитку української транспортної водної системи. Доведено, що участь України в європейській ініціативі відновлення річкового шляху Е-40 є ключовим для розвитку транспортного водного комплексу, а використання всіх переваг транзитного потенціалу України дозволить відновити й диверсифікувати транзитні вантажопотоки, розвивати транспортні послуги й товарообмін між країнами-учасницями реалізації даного проекту.*

*В статті проаналізовано досвід закордонних країн з метою виявлення успішних методик рішення проблем розвитку транспортних послуг і активізації ролі водного транспорту та можливостей впровадження їх в Україні, що доцільно й важливо для зниження ризиків вітчизняної економіки в таких областях як перерозподіл вантажопотоків, запуск принципово нових стратегій підтримки інфраструктурних проектів, погіршення екології.*

*З метою надання рекомендацій щодо реалізації проекту відновлення річкового шляху проаналізовано сильні і слабкі сторони участі України у даному проекті. До сильних сторін віднесені: державна зацікавленість та підтримка, наявний потенціал попиту та матеріальна база. До слабких сторін віднесені: скорочення обсягів перевезень по ріках вантажів і пасажирів, нестача суден змішаного «ріка-море» плавання, відсутність комплектувального устаткування, зниження пропускної здатності внутрішніх водних шляхів, екологічні ризики, висока вартість перевезень, відсутність затвердженого базового закону про внутрішній водний транспорт.*

*За результатами аналізу сильних та слабких сторін визначено, що участь України в проекті відновлення річкового шляху потребує розробки системи адекватних інституціонально-економічних заходів, їх техніко-економічного обґрунтування. Надано пропозиції першочергових завдань для розвитку транспортної водної системи. Наведено очікувані результати реалізації проекту відновлення річкового шляху.*

*Ключові слова: водний транспорт, регіональна транспортна система, транспортний коридор, перевезення, річковий флот, розвиток, програма.*

Н.В. ШАНДОВА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-6278-1143

## ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ

*В данной работе проведено исследование перспектив устойчивого развития украинской транспортной водной системы. Доказано, что участие Украины в европейской инициативе восстановления речного пути Е-40 является ключевым для развития транспортного водного комплекса, а использование всех преимуществ транзитного потенциала Украины позволит восстановить и диверсифицировать транзитные грузопотоки, развивать транспортные услуги и товарообмен между странами-участницами реализации данного проекта.*

*В статье проанализирован опыт зарубежных стран с целью выявления успешных методик решения проблем развития транспортных услуг и активизации роли водного транспорта и возможностей внедрения их в Украине, который целесообразен и важен для снижения рисков отечественной экономики в таких областях, как перераспределение грузопотоков, запуск принципиально новых стратегий поддержки инфраструктурных проектов, ухудшение экологии.*

*С целью предоставления рекомендаций относительно реализации проекта восстановления речного пути проанализированы сильные и слабые стороны участия Украины в данном проекте. К сильным сторонам отнесены: государственная заинтересованность и поддержка, имеющийся потенциал спроса и материальная база. К слабым сторонам отнесены: сокращение объемов перевозок по рекам грузов, недостаток судов смешанного плавания «река-море», отсутствие комплектующего оборудования, снижение пропускной способности внутренних водных путей, экологические риски, высокая стоимость перевозок, отсутствие утвержденного базового закона о внутреннем водном транспорте.*



*По результатам анализа сильных и слабых сторон определено, что участие Украины в проекте восстановления речного пути нуждается в разработке системы адекватных институционально-экономических мер, их технико-экономического обоснования. Представлены предложения первоочередных задач для развития транспортной водной системы. Приведены ожидаемые результаты реализации проекта восстановления речного пути.*

*Ключевые слова: водный транспорт, региональная транспортная система, транспортный коридор, перевозки, речной флот, развитие, программа.*

N.V. SHANDOVA  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-6278-1143

## PROSPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT WATER SYSTEM

*This paper explores the prospects for sustainable development of the Ukrainian transport water system. It is proved that Ukraine's participation in the European initiative for the restoration of the E-40 river route is the key to the development of the transport water complex, using all the advantages of the transit potential of Ukraine will allow to restore and diversify transit freight flows, develop transport services and goods exchange between the countries participating in the implementation of this project.*

*The article analyzes the experience of foreign countries in order to identify successful methods for solving the problems of the development of transport services, and the activation of the role of water transport. The author analyzes the possibilities of introducing the experience of foreign countries in Ukraine in order to reduce the risks of the domestic economy in areas such as the redistribution of cargo flows, the launch of fundamentally new strategies for supporting infrastructure projects, and environmental degradation.*

*In order to provide recommendations on the implementation of the river rehabilitation project, the strengths and weaknesses of Ukraine's participation in this project are analyzed.*

*The strengths include: state interest and support, existing demand potential and material base. Weaknesses included: reduction in traffic volumes along cargo rivers, lack of river-sea mixed vessels, lack of components, reduced capacity of inland waterways, environmental risks, high transportation costs, lack of an approved basic law on inland water transport.*

*The analysis of strengths and weaknesses showed that Ukraine's participation in the river rehabilitation project requires the development of a system of adequate institutional and economic measures, their feasibility study. The proposals of priority tasks for the development of a transport water system are presented. The expected results of the implementation of the project of the restoration of the river route.*

*Keywords: water transport, regional transport system, transport corridor, transportation, river fleet, development, program.*

### Постановка проблеми

Одним з найважливіших факторів соціально-економічного розвитку регіонів є транспорт, що виконує інтегруючу функцію. Транспортна система не тільки відіграє ключову роль у географічній доступності регіонів, але й безпосередньо впливає на підприємницьку діяльність, полегшуючи фізичний доступ на ринок товарів і послуг.

Актуальність розвитку регіональної транспортної системи обумовлена наступними обставинами:

- транспортна система є інфраструктурною складовою регіонів, яка являє собою елемент життєзабезпечення, що, у свою чергу, визначає якість життя населення;

- надання якісних транспортних послуг забезпечує зв'язаність економічного простору, що сприяє розвитку регіонів: практика останніх років підтверджує, що регіони з більш високою транспортною доступністю до матеріальних, природних ресурсів і ринків збуту, як правило, мають більш високий рівень розвитку;

- розвиток транспортної системи, як інфраструктурної складової регіону за рахунок підвищення результативності її використання здатний більш ефективно задіяти регіональні ресурси, що створить мультиплікативний ефект в економіці регіону;

- у цей час у регіонах практично відсутній збалансований розвиток усіх доступних видів транспорту, а з урахуванням того, що інвестиційні ресурси для регіонів є важкодоступними, вирішальна роль надається активізації потенціалу всіх наявних видів транспорту на принципах реалізації їх конкурентних переваг і мультимодальності.

З розвитком міжнародних торговельних відносин у регіональній транспортній системі річковий транспорт зайняв особливе місце. На території України знаходяться три великі судноплавні ріки: Дунай, Дніпро й Південний Буг. Усі вони мають вихід до Чорного моря, а Дунай і Дніпро входять у п'ятірку самих великих рік Європи. Вітчизняний річковий транспорт має у своєму розпорядженні мережу

внутрішніх водних шляхів, яка створювалася з урахуванням комплексного вирішення проблем судноплавства, водопостачання населених пунктів, вироблення електроенергії, зрошення, збереження екологічної рівноваги на всій території країни. Ця система дозволяє перевозити вантажі як усередині країни, так і в міжнародному сполученні. Переваги й можливості внутрішнього водного транспорту очевидні: економічність і конкурентоспроможність перевезень масових навалочних, насипних, наливних вантажів, здійснення перевезення великих партій вантажів контейнерами або в спеціалізованих судах-танкерах, рефрижераторах і т.п.

Однак, незважаючи на наявність великого перевізного потенціалу, вітчизняні річкові транспортні системи в цей час використовуються недостатньо ефективно. За роки ринкових реформ обсяг перевезень внутрішнім водним транспортом скоротився з 65,7 млн. т в 1990 р., до 5,9 млн. т в 2017 р. При цьому відбулося зменшення довжини судноплавних шляхів, значно погіршився стан матеріально-технічної бази транспортного флоту й портів. Зараз у водному транспорті технічно й морально застарілі судна становлять 81,9% флоту.

У зв'язку із цим актуальним завданням стає дослідження можливостей регіональної транспортної водної системи й на цій основі підвищення її конкурентоспроможності й економічної ефективності.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Роль транспорту в міжнародній торгівлі й розвитку виділяли як закордонні, так українські вчені: Р. Дж. Барро, Ф. Бродель, С. Боняр, В. Семенов, В. Шинкаренко й ін. Теоретичне обґрунтування ролі водного транспорту як значимого фактору розвитку регіону презентовано в працях Б. Буркинського, В. Коби, О. Котлубая, М. Макаренка, П. Підлісного та ін. Разом з тим, через наявність високого ступеня мінливості транспортно-економічних зв'язків, конкурентного середовища функціонування підприємств водного транспорту, вимог до фізичного стану водного транспорту, дослідження сучасного стану регіональних річкових транспортних систем набуває актуальності.

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою статті є дослідження перспектив стійкого розвитку вітчизняної транспортної водної системи та розробка практичних рекомендацій щодо активізації її використання.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Процеси глобалізації змінили географію транспортно-економічних зв'язків, як в окремих регіонах світу, так і у світі в цілому. У значній мірі змінилися й вимоги до транспорту, що забезпечує розвиток міжнародної торгівлі. У рамках світової транспортної системи підвищилася конкуренція між окремими видами транспорту, збільшився внесок морського, авіаційного й автомобільного транспорту в загальносвітовому вантажообігу при одночасному зниженні питомої ваги залізниць і внутрішніх водних шляхів.

Стратегічними перевагами внутрішнього водного транспорту є:

- низька собівартість перевезень масових вантажів на далекі й середні відстані;
- відносно низькі витрати на створення й утримання колії (капітальні вкладення на 1 км шляху на ріках в 3- 5 рази менші, чим на залізницях, і в 6 раз менші, чим на автомобільні шляхи);
- високий рівень енергозбереження (залізничний локомотив споживає в 8 раз, а важковантажний автотранспортний засіб в 26 раз більше енергії, чим річкове транспортне судно розраховуючи на один т-км);
- значні резерви пропускної здатності внутрішніх водних шляхів при обмежених можливостях розвитку мережі залізничних і автомобільних шляхів, у тому числі під'їзних колій до портів;
- високий рівень безпеки (ушкодження внаслідок аварій на річковому транспорті відбуваються в 178 раз рідше, чим через аварії важковантажних транспортних засобів, і в 13 раз рідше, чим під час аварій на залізницях);
- екологічність (зовнішні екологічні витрати в 5 раз нижче в порівнянні з автотранспортом і в 1, 2 рази - із залізничним).

Важливими факторами, що надають істотний вплив на функціонування внутрішнього водного транспорту в результаті процесів глобалізації стали:

- вихід на перший план критеріїв вартості, часу і якості доставки товарів при визначенні способу транспортування й виду транспорту в рамках зовнішньоторговельних операцій;
- перемикання вантажо- і пасажиропотоків на альтернативні види транспорту, у першу чергу, автомобільний, внаслідок процесів автомобілізації й підвищення економічності автотранспортних засобів;
- відхід держав від прямого фінансування розвитку транспортної інфраструктури до моделей державно-приватного партнерства;
- зміна характеру вантажопотоків, ріст у структурі перевезень частки вантажів з високим ступенем обробки, контейнеризація вантажопотоків;
- активний розвиток посередницьких форм бізнесу, у першу чергу, логістики й транспортно-експедиторських послуг.

У цих умовах у багатьох країнах відбулася зміна транспортної політики. Основним її імперативом стало створення економічних передумов для повернення вантажопотоків на внутрішні водні шляхи й інтеграція внутрішніх водних шляхів у логістичні ланцюжки поставок. У цьому зв'язку особливий інтерес представляє проведення транспортної політики щодо розвитку внутрішнього водного транспорту в країнах Європейського союзу. Основні причини – поліпшення екології й зниження навантаження на автомобільні магістралі, багато з яких уже вичерпали свої провізні й пропускні спроможності.

В 2011 році Європейська Економічна Комісія ООН (ЄЕК ООН) опублікувала другу «Білу книгу» [1] де викладаються ключові елементи загальноєвропейського бачення перспектив ефективного й стійкого розвитку внутрішнього водного транспорту й пропонуються рекомендації по пріоритетних напрямках, таких як: координація розвитку мережі водних шляхів; координація заходів щодо модернізації судів внутрішнього плавання на загальноєвропейському рівні; стимулювання використання річкової інформаційної служби; інформаційна підтримка розвитку внутрішнього водного транспорту; формування ринку праці на внутрішньому водному транспорті; охорона навколишнього середовища й зниження «вуглецевого сліду»; зміцнення організаційної й нормативно-правової основи внутрішнього водного транспорту.

З 2014 р. у ЄС діє Програма дій і розвитку в області судноплавства й внутрішніх водних шляхів у Європі (Navigation And Inland Waterway Action and Development in Europe – NAIADES II [2], яка сфокусована на таких напрямках, як ринки, інфраструктура, екологія, річкові інформаційні служби, кадри, інтеграційна політика.

Відмінностями даної програми є те, що в окремі напрямки виділені:

- екологія – у рамках якої передбачається введення екологічних норм Euro-6 до 2020 року для нових і існуючих судових двигунів, надання державної підтримки тим, хто раніше інших перейде на ці стандарти;

- річкові інформаційні служби, розвиток яких повинний сприяти більш ефективному й безпечному використанню водних шляхів, шлюзів, мостів і терміналів за допомогою оптимізації електронного обміну даними;

- інтеграційна політика, націлена на забезпечення ефективної координації планів розвитку внутрішніх водних шляхів із планами розвитку всіх інших складових європейської транспортної системи;

- інфраструктура - додатково передбачає необхідність урахування внутрішнього водного транспорту при розробці мультимодальних коридорів.

Реалізація Програми NAIADES II і вдосконалювання інфраструктури мультимодальних коридорів потребують істотних інвестицій і створення інноваційних фінансових інструментів і програм, зокрема, до яких відносяться: проект «Марко Поло-II», створений у підтримку перерозподілу вантажопотоків з автомобільного й залізничного транспорту на каботажний морський і внутрішній водний транспорт; програма Транспортних досліджень у рамках дослідницької Рамкової програми (FP7), пов'язана з безпекою на транспорті, створенням «нових зелених» і «розумних» транспортних систем. Інвестиції у внутрішній водний транспорт і його інфраструктуру в державах-членах ЄС переважно підтримуються інструментами Європейського фонду регіонального розвитку (ЄФРР) і Резервного фонду, а також фінансовими коштами для розвитку Тран'європейської транспортної мережі (ТЕС-Т).

Згідно зі звітом «Внутрішнє судноплавство в Європі» [3], опублікованому в 2011 р. до 2020 р. Європа планує подвоїти існуючу частку ринку перевезень внутрішнім водним транспортом до 10% - 12%, що забезпечить економію зовнішніх витрат у більш ніж 2 млрд. євро в рік. Це також дозволить скоротити на 30% викиди CO<sub>2</sub> і на 90% зменшити забруднення атмосфери, що приведе до додаткової економії в 500 млн. євро. До 2030 р. планується 30 % від загального обсягу перевезених автомобільним транспортом вантажів на відстань понад 300 км переключити на інші види транспорту, зокрема залізничний і водний транспорт. До 2050 року ця частка повинна скласти вже більш 50%.

Вивчення закордонного досвіду в області державного регулювання внутрішнього водного транспорту дозволяє зрозуміти закономірності й тенденції цього глобального явища, оцінити його переваги й недоліки, щоб використовувати отримані знання для стимулювання розвитку вітчизняного внутрішнього водного транспорту й підвищення його ролі в транспортній системі.

Сьогодні Євросоюз працює в напрямку відкриття транспортного коридору E-40 «Балтика – Чорне море», який по маршруту Гданськ – Варшава – Брест – Пінськ – Київ – Херсон повинен з'єднати Польщу, Білорусь і Україну по Віслі, Західному Бузі, Прип'яті й Дніпру. Проект E-40 планується реалізувати переважно за рахунок європейських грошей. На його реалізацію, за експертними оцінками, сумарно буде потрібно близько 12,72 млрд. євро. Ділянка E-40, що проходить по території України, від Бреста до Херсона (Дніпро-Бузький канал, Прип'ять, Дніпро) повністю судноплавна. По ній можуть переміщатися баржі проектів 775 і 775А вантажопідйомністю до 1100 тон. По цьому показнику баржі є еквівалентом потягу, баржа-площадка г вантажопідйомністю 900 т заміняє 18 вагонів або 45

двадцятитонних вантажівок, й можуть перевозити різні насипні й навалочні вантажі: зернові вантажі, будматеріали, металопрокат, а також проектні вантажі. Можна також організувати доставку баржами будь-яких генеральних вантажів у контейнерах. Роботи на українській території потребують близько 3 млрд. євро. Позитивний ефект проект буде мати не тільки на етапі освоєння інвестицій при створенні різноманітних об'єктів інфраструктури річкового судноплавства, модернізації гідротехнічних споруд, але й у довгостроковому плані за рахунок активного залучення на Е-40 міжнародних контейнерних вантажів, він стане серйозним імпульсом для розвитку транспортної системи України. Отже проект вигідний тим, що дозволить збільшити обсяги вантажоперевезень по воді, які обходяться дешевше, чим доставка вантажів по залізній або автомобільним дорогам. Більше того, проект реалізується з урахуванням освоєння досить депресивних регіонів, де немає інших точок росту для економіки, і сама участь у проекті може стати поштовхом у розвитку.

Але, при створенні водного шляху Е-40 необхідно врахувати як сильні так і слабкі сторони участі України у даному проекті.

До сильних сторін варто віднести:

1. Державна зацікавленість та підтримка. Міністерство інфраструктури України прийняло концепцію розвитку транспорту до 2030 року «Drive Ukraine 2030», у якій використанню річкового транспорту приділено дуже багато уваги. А проект водного коридору Е40 згадується як пріоритетний. Також, в програмі «Дорожня карта та першочергові пріоритети реалізації Стратегії «Україна-2020» передбачено в межах одного з векторів руху, а саме вектору розвитку, реалізацію реформи транспортної інфраструктури;

2. Потенціал попиту. Річкові перевезення мають значний потенціал росту. Сьогодні (2017 р.) потенційна вантажна база ріки Дніпро становить 16-18 млн. т, а в перспективі до 2026 р. вона виросте до 28-32 млн. т. Основні користувачі - ГМК і аграрні вантажі, які займають 84% потенційної бази. Сьогодні частка річкового транспорту в загальній структурі перевезень в Україні становить лише 0,4%, однак прогнозується, що з розвитком транспортної системи баланс вантажоперевезень буде вирівнюватися й частка річкових перевезень виросте.

3. Матеріальна база. Сьогодні в Україні є 11 річкових (р. Дніпро й Південний Буг) і 13 морських портів. В Україні є можливості в створенні судів змішаного (ріка-море) плавання, які можуть доставляти вантажі з пунктів розташованих усередині країни, у морські вітчизняні й закордонні порти без проміжних перевантажень (10 великих суднобудівних підприємств, з яких 5 будують судна та 15 науково-проектних організацій). За розрахунками Центру транспортних стратегій разом з компанією «Укррічфлот», для задоволення попиту на річкові перевезення обсягом близько 32 млн. т, необхідне будівництво більш 250 одиниць річкового флоту, на що буде потрібно близько 1,6 млрд. дол. інвестицій. Ці кошти, за оцінками експертів, за 10 років згенерують у суднобудуванні, суміжних галузях і річкових перевезеннях створення більше 8,3 тис. робочих місць, близько 732 млн. дол. бюджетних відрахувань і більше 1 млрд. дол. виплат заробітної плати.

Слабкими сторонами участі України є:

1. Скорочення обсягів перевезень по ріках вантажів і пасажирів. Падіння промислового виробництва, практична відсутність інвестиційної активності, падіння обсягів будівництва, порушення господарських зв'язків і платоспроможного попиту населення на перевезення призвели до значного скорочення обсягів перевезень по ріках вантажів і пасажирів. Падіння обсягів перевезень відбулося переважно за рахунок падіння внутрішніх перевезень - вони знизилися з 16,4 млн. т (2002 р.) до 5,9 млн. т в 2017 р., іноземні перевезення впали з 2,7 млн. т до 1,2 млн. т.

2. Нестача суден змішаного «ріка-море» плавання. Наявний потенціал річкового флоту протягом останніх десятиліть зменшувався через закінчення терміну експлуатації. Якщо в 2002 р. річковий транспорт становив 2001 од., то в 2016 р. – 1312 од. Зараз у водному транспорті технічно й морально застарілі судна становлять 81,9% флоту.

3. Значна частина комплектувального устаткування в Україні не виробляється. При закупівлі за кордоном ці компоненти обкладаються ввізними митами на імпорте суднове устаткування, яке становить до 70% у вартості готового судна. У результаті вартість судів для внутрішнього ринку зростає до 20-25%, а загальний податковий тягар досягає 30% від ціни кінцевої продукції. У результаті на вітчизняних верфях не вигідно будувати флот для національних потреб. В Україні здійснюється будівництво корабельних корпусів. Добудування й оснащення судів ведеться в Західній Європі. Наприклад, Нідерланди щорічно купують для добудування близько 50 корпусів комерційних судів як України так і з Росії, й Китаю.

4. Зниження пропускної здатності ряду ділянок внутрішніх водних шляхів. На внутрішніх водних шляхах існує ряд так званих «вузьких місць», до яких належать роботи з уніфікації глибин, ремонти й реконструкції шлюзованих систем. Зокрема, якщо розглянути судноплавну частину Дніпра з гарантованими глибинами 3,65 м, то у зв'язку з не здійсненням своєчасних днопоглиблювальних і гідротехнічних робіт на окремих ділянках, при максимальних рівнях води, глибини досягають тільки

3,40 м. Сьогодні розчищення часто відбуваються тільки там, де є пісковий ресурс, що більше схоже на видобуток піску на продаж, ніж на вирішення проблем днопоглиблення.

Ще одним стримуючим фактором розвитку річкових перевезень по Дніпру є обмеження габаритів суднового ходу в районі Дніпродзержинської й Канівської ГЕС на рівні осадки 3 м, що не дозволяє судам вантажопідйомністю більше 2800 т заходити вище по Дніпру.

5. Екологічні ризики. Екосистема Дніпра і водосховищ знаходиться на критичній позначці. На думку голови громадської організації «Чистий Дніпро» Дмитра Надєєва [4] у створенні водного шляху Е-40 є ризики - можливе радіоактивне забруднення й загроза зміни гідроморфологічних характеристик усього регіону, знищення цінних угідь національних парків, загроза існуванню деяким видам птахів і тварин.

З рядом екологічних проблем також пов'язане й обміління Дніпра, а саме зменшенням проточності й розширенням площі мілководних ділянок. Вони були викликані зливом мінеральних добрив з полів і забрудненням вод стоками промислових підприємств і тваринницьких комплексів. Особливо високе навантаження на водні ресурси спостерігається на ділянці Нижнього Дніпра ( від Дніпродзержинської ГЕС до устя): тут необоротно використовується 76% води й скидається 83% усіх забруднених вод. Серед основних причин обміління також відзначають роботу дніпровських водоймищ. Оскільки вода у водоймищах застоюється, відбувається інтенсифікація накопичення мулу, чому також сприяє абразія й руйнування берегів.

Крім того каскад Дніпровських водоймищ перетворюється в ланцюжок боліт через те, що в ньому безконтрольно розмножується водяний горіх. Наприклад, Київське водоймище на 5% покрите їм, і щороку їм заростають чергові 50 кв. км ріки. Тож, ріки потрібно чистити від водяного горіха, і чим швидше – тим краще, але не можна, тому що водяний горіх внесений у Червону книгу. При цьому в європейських країнах після того, як він розрісся, його виключили із Червоних книг. Але в Україні через водяний горіх пропливати по деяких ділянках ріки неможливо, так само як і очистити фарватер від піщаних наносів і відкладань на дні.

6. Висока вартість перевезень. Через відсутність днопоглиблення несамохідні судна завантажуються тільки на 65%. Вартість транспортування тони вантажу із Кременчука в Миколаїв річковим транспортом у півтора рази дорожча чим по залізниці. Для здійснення перевезень внутрішнім річковим транспортом перевізникові потрібно оплатити кілька зборів: за лоцманське проведення, портовий збір, збір за шлюзування, збір за розведення мостів.

Лоцманський збір є найбільшим по розміру серед усіх зборів. Він може досягати 7 дол./т для судна вантажопідйомністю до 3 тис. т, тобто більш 20 тис. дол. за рейд. В Україні існує встановлений державою обов'язок брати на борт лоцмана, який дає «рекомендації» щодо безпеки на судновому каналі. При цьому відповідальність лоцмана за рекомендації не визначена.

Для проходження річкових судів з Миколаєва в річкові порти Дніпра необхідно двічі оформляти «відхід-прихід».

Оплата за шлюзування становить близько 1 дол./т. Кошти від збору надходять до фонду підтримки й реконструкції шлюзів ГП «Укрводшлях». Але надходження від зборів не забезпечують не тільки реконструкції, але й поточного ремонту шлюзів. У результаті хронічного недофінансування 85% інфраструктури судноплавних шлюзів зношені.

Вартість розведення моста варіюється від 984 дол. за розведення Кременчуцького моста до 1968 дол. за розведення Дніпропетровського моста.

7. Відсутність затвердженого базового закону про внутрішній водний транспорт. Схвалення Закону України «Про внутрішній водний транспорт» сприятиме створенню правового поля для розвитку ринку послуг у сфері внутрішнього водного транспорту, залучення інвестицій, переорієнтації вантажопотоків на екологічний та економічний річковий транспорт.

Наявність сильних і слабких сторін участі України в проекті Е-40 потребує розробки системи адекватних інституціонально-економічних заходів, їх техніко-економічного обґрунтування, та дозволяє визначити першочергові завдання для розвитку транспортної водної системи:

- створення умов для перерозподілу вантажопотоків з наземних видів транспорту на внутрішній водний транспорт для забезпечення збалансованого розвитку транспортної системи;
- забезпечення росту конкурентоспроможності внутрішнього водного транспорту стосовно інших видів транспорту;
- відновлення річкового флоту;
- відновлення пропускної здатності внутрішніх водних шляхів, шляхом розширення «вузьких місць», що лімітують пропускну здатність, проведення днопоглиблювальних робіт, ремонту й реконструкції шлюзованих систем;
- проведення екологічного аудиту територій водного шляху з метою оцінки впливу на оточуюче середовище;

- вдосконалювання тарифного, податкового й нормативно-правового регулювання з метою більш раціонального розподілу перевезень між видами транспорту.

#### Висновки

Участь України в європейській ініціативі відновлення річкового шляху Е-40 є ключовим для розвитку транспортного водного комплексу. Використання всіх переваг транзитного потенціалу України дозволить відновити й диверсифікувати транзитні вантажопотоки, розвивати транспортні послуги й товарообмін між країнами-учасниками реалізації даного проекту.

Для розвитку вітчизняних транспортних послуг і активізації ролі водного транспорту слід ураховувати досвід закордонних країн, з метою виявлення успішних методик рішення певних проблем і можливостей впровадження їх в Україні. Засвоєння в цілому позитивного європейського досвіду доцільно й важливо для зниження ризиків вітчизняної економіки в таких областях як перерозподіл вантажопотоків, запуск принципово нових стратегій підтримки інфраструктурних проектів, погіршення екології.

Очікувані результати реалізації проекту відновлення річкового шляху Е-40:

- входження України в європейську водну транспортну систему;
- створення збалансованої, надійної й безпечної інфраструктури внутрішніх водних шляхів на основі реалізації комплексних проектів модернізації судноплавних гідротехнічних споруджень, будівництва нових транспортних сполучень, відновлення й оптимізації складу обслуговуючого флоту;
- створення сучасного річкового флоту для перевезень вантажів по внутрішніх водних шляхах і в змішаному ріка-море плаванні, що забезпечить високу конкурентоспроможність вітчизняних судноплавних компаній на внутрішньому й зовнішньому ринках транспортних послуг;
- розвиток регіонів за рахунок розвитку портової інфраструктури, створення термінально-розподільної логістичної мережі й мультимодальних комплексів на внутрішніх водних шляхах;

Але, в першу чергу, реалізація проекту відновлення річкового шляху Е-40 потребує розробки системи адекватних інституціонально- економічних заходів, а її ефективність повинна бути підтверджена розрахунками соціально-економічного ефекту від зниження транспортних витрат, зовнішніх екологічних витрат, бюджетних видатків на утримання й розвиток транспортної інфраструктури.

#### Список використаної літератури

1. Unecese. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://www.unecese.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/sc3wp3/ECE-TRANS-SC3-189r.pdf>
2. European Commission staff working document: Towards «NAIADES II» Promoting, greening and integrating inland waterway transport in the single EUtransport area, Brussels, 31.5.2012, SWD(2012) 168 final
3. Report «Inland Navigation in Europe». [Електронний ресурс]/ Режим доступу: [http://www.inlandnavigation.eu/uploads/INE%20activity%20reports/ine\\_ar\\_2011.pdf](http://www.inlandnavigation.eu/uploads/INE%20activity%20reports/ine_ar_2011.pdf)
4. Громадська організація «Чистий Дніпро». Офіційний сайт. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://chystiydnipro.com/>

#### References

1. UNECE. Official site. URL: <https://www.unecese.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/sc3wp3/ECE-TRANS-SC3-189r.pdf>
2. European Commission staff working document: Towards «NAIADES II» Promoting, greening and integrating inland waterway transport in the single EUtransport area, Brussels, 31.5.2012, SWD(2012) 168 final
3. Inland Navigation in Europe. Official site. URL: <http://www.inlandnavigation.eu/home/>
4. Pure Dnipro NGO. Official site. URL: <https://chystiydnipro.com/>

УДК 338.439[65.012]

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.27](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.27)

В.В. ШУКЛИНА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-2284-092X

## ДЕТАЛІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Метою роботи було дослідження механізму ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом промислового підприємства в умовах стрімких змін зовнішнього середовища і деталізація процесу управління в конкретній ситуації з метою подальшого вдосконалення.

У даній роботі удосконалено механізм ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом промислового підприємства в умовах стрімких змін зовнішнього середовища. Деталізація процесу управління інформаційно-комунікаційним потенціалом в конкретній ситуації показала його циклічність, яку необхідно враховувати при розробці і реалізації заходів удосконалення. Ігнорування призведе до диспропорцій циклів та їх частин тобто до зниження бажаного результату управлінського впливу, що визначається, насамперед, швидкістю реакції на ситуаційні зміни. Встановлено, що кожен цикл управління виступає одночасно функціональною підсистемою і частиною аналогічного циклу ситуаційного управління потенціалом підприємства в цілому. Обґрунтовано заперечення щодо використання універсальних принципів управління інформаційно-комунікаційним потенціалом поза контекстом діяльності, специфіки ситуації, типу розв'язуваних завдань і зовнішнього середовища. Визначено, що диференційована адаптація промислового підприємства до обставин конкретної ситуації веде до зміни форм і структури управлінського впливу на інформаційно-комунікаційний потенціал. Ключовим показником бажаного результату визначено такий, що відповідно до встановлених критеріїв оцінки прийнятності стану рівноваги промислового підприємства.

Ключові слова: ситуаційне управління, інформаційно-комунікаційний потенціал, механізм, цикл управління, процес, зміни, ситуація, підприємство.

В.В. ШУКЛИНА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-2284-092X

## ДЕТАЛІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМА СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Целью работы было исследование механизма ситуационного управления информационно-коммуникационным потенциалом промышленного предприятия в условиях стремительных изменений внешней среды и детализация процесса управления в конкретной ситуации с целью дальнейшего совершенствования.

В данной работе усовершенствован механизм ситуационного управления информационно-коммуникационным потенциалом промышленного предприятия в условиях стремительных изменений внешней среды. Детализация процесса управления информационно-коммуникационным потенциалом в конкретной ситуации показала его цикличность, которую необходимо учитывать при разработке и реализации мероприятий по совершенствованию. Игнорирование приведет к диспропорциям циклов и их частей т.е. к снижению желаемого результата управленческого воздействия, который определяется, прежде всего, скоростью реакции системы управления промышленного предприятия на ситуационные изменения. Установлено, что каждый цикл управления выступает одновременно функциональной подсистемой и частью аналогичного цикла ситуационного управления потенциалом предприятия в целом. Обоснованы выводы относительно нецелесообразности использования универсальных принципов управления информационно-коммуникационным потенциалом вне специфики ситуации, контекста деятельности, типа решаемых задач и внешней среды. Определено, что дифференцированная адаптация промышленного предприятия к обстоятельствам конкретной ситуации ведет к изменению форм и структуры управленческого воздействия на информационно-коммуникационный потенциал. Ключевым показателем желаемого результата нами определяется такой, что в соответствии с установленными критериями оценки принятого состояния равновесия предприятия.

Ключевые слова: ситуационное управление, информационно-коммуникационный потенциал, механизм, цикл управления, процесс, изменения, ситуация, предприятие.

V. SHUKLINA  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-2284-092X

## DETAILS OF THE SITUATION MANAGEMENT MECHANISM INFORMATION AND COMMUNICATION POTENTIAL OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

*The purpose of the study was to investigate the mechanism of situational management of information and communication potential of an industrial enterprise in the context of rapid changes in the environment and to detail the process of management in a particular situation with a view to further improve.*

*In this work, the mechanism of situational management of information and communication potential of an industrial enterprise in the conditions of rapid changes of the external environment is improved. The detailing of the process of managing the information and communication potential in a particular situation has shown its cyclical nature, which must be taken into account in the development and implementation of improvement measures. Ignoring will lead to disproportionate cycles and their parts, that is, to reduce the desired result of managerial influence, which is determined, first of all, by the speed of reaction to situational changes. It is established that each management cycle acts simultaneously as a functional subsystem and part of a similar cycle of situational management of the potential of the enterprise as a whole. The objection to the use of universal principles of management of information and communication potential outside the context of the activity, the specifics of the situation, the type of tasks to be solved and the external environment are substantiated. It is determined that the differentiated adaptation of an industrial enterprise to the circumstances of a particular situation leads to a change in the forms and structure of managerial influence on information and communication potential. The key indicator of the desired result is determined by us in accordance with the established criteria for assessing the accepted equilibrium of the enterprise.*

*Keywords: situational management, information and communication potential, mechanism, management cycle, process, changes, situation, enterprise.*

### Постановка проблеми

Сучасний етап розвитку людства характеризується поступовою, але стійкою глобалізацією й інтернаціоналізацією, прискореними темпами розвитку всіх економічних процесів. Що вказує на необхідність ефективного використання й розвитку потенціалу підприємств, розширення можливостей його реалізації в процесі поглиблення інтеграції національної економіки у світовий простір. При цьому, ринок інформаційних технологій і систем збільшується при щорічних темпах близько двадцяти відсотків, змінюючи ресурсні пріоритети. Сприятливі і тривалі умови для динамічного розвитку суб'єктів господарювання можливі лише за умов ефективного управління потенціалом з особливим акцентом на інформаційній і комунікаційній складовій.

Поставлені актуальні питання ефективного управління вітчизняними підприємствами вимагають детального перегляду існуючих концепцій, де слід звернути увагу на їх можливості адаптації до зовнішнього середовища. Зростає актуальність питань ефективності застосування наявних і потенційно-доступних інформаційних ресурсів та комунікацій для функціонування й розвитку в непередбачуваних умовах ринку. Однак, поверхневе усвідомлення економічних і управлінських проблем формування механізму відтворення несприятливих ситуацій перетворює системні наукові концепції в тимчасово актуальний інструментарій з обмеженою дією, де необхідні ефекти досягаються через поточне управління на основі діалектичних принципів з цільовою орієнтацією на терміновий результат.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню перерахованих проблем присвячені праці багатьох як іноземних, так і вітчизняних науковців. Сутність потенціалу підприємства, його інформаційної складової, структуризацію і формування розглядаються в працях вчених: Ф. Альберта, Ф. Бутинця, С. Глівенко, О. Данилюка, О. Зборовської, О. Кизима, Н. Краснокутської, Є. Кузьміна, М. Мескона, І. Міщука, В. Немчинова, І. Репіної, В. Уткіна, М. Хаммера та ін. [1-4, 8-10]. Потенціалу підприємства як складній економічній системі присвячені здобутки В. Авдеєнка, Т. Адімбаєва, Є. Горбунова, М. Іванова, І. Лукінова, Ф. Русинова, інших. В останній період концентрують увагу на дослідженні потенціалу як інтегратора потенційних можливостей суб'єктів господарювання автори: Л. Абалкін, Л. Балабанова, Є. Бельтюков, М. Войнаренко, А. Воронкова, В. Галушко, А. Заїнчковський, С. Федонін та інші. Проблеми управління інформаційним потенціалом підприємства висвітлені в працях вчених Джеймса О. Брайена, К. Нейлора, Д. Уотермана, О. Оліферової, Н. Пінчука, В. Ситника, Г. Галузинського та інших [5-7, 11-12].

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи було дослідження механізму ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом промислового підприємства в умовах стрімких змін зовнішнього



середовища з деталізацію процесу управління в конкретній ситуації з метою його подальшого вдосконалення.

### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Ситуаційне управління не є простим набором альтернатив з керування, скоріше, це спосіб мислення про проблеми і їх рішення [1]. Ситуаційний підхід виходить з того, що, хоча загальний процес управління однаковий, специфічні прийоми, які повинен використовувати сучасний керівник для ефективного досягнення цілей промислового підприємства, можуть значно відрізнятися. Спрямовує управлінський вплив на реалізацію можливостей прямого застосування науки до конкретних ситуацій і умов з акцентом уваги на значимість «ситуаційного мислення».

Центральним моментом даного напрямку менеджменту в галузі інформаційно-комунікаційного потенціалу є ситуація, тобто конкретний набір обставин, які впливають на процес керування організацією в даний конкретний час. Використовуючи цей підхід, керівники можуть швидше зрозуміти, які прийоми будуть сприяти досягненню цілей у конкретній ситуації. При цьому простих вказівок на те, які зміни є релевантними, явно недостатньо для того, щоб визначити, яке рішення буде кращим для досягнення управлінських цілей в сфері формування, використання і розвитку складових економічного потенціалу. Основна складність полягає в тому, що всі численні ситуаційні склади взаємопов'язані, їх не можна розглядати незалежно один від одного в межах окремого промислового виробництва. Одним з важливих наслідків динамічної взаємодії внутрішніх і зовнішніх факторів є те, що керівнику важко визначити який метод є свідомо «правильним» [2]. Теорія ситуаційного підходу спирається на чотири основні концепції, які є актуальними в процесі управління інформаційно-комунікаційним потенціалом, а саме [3]:

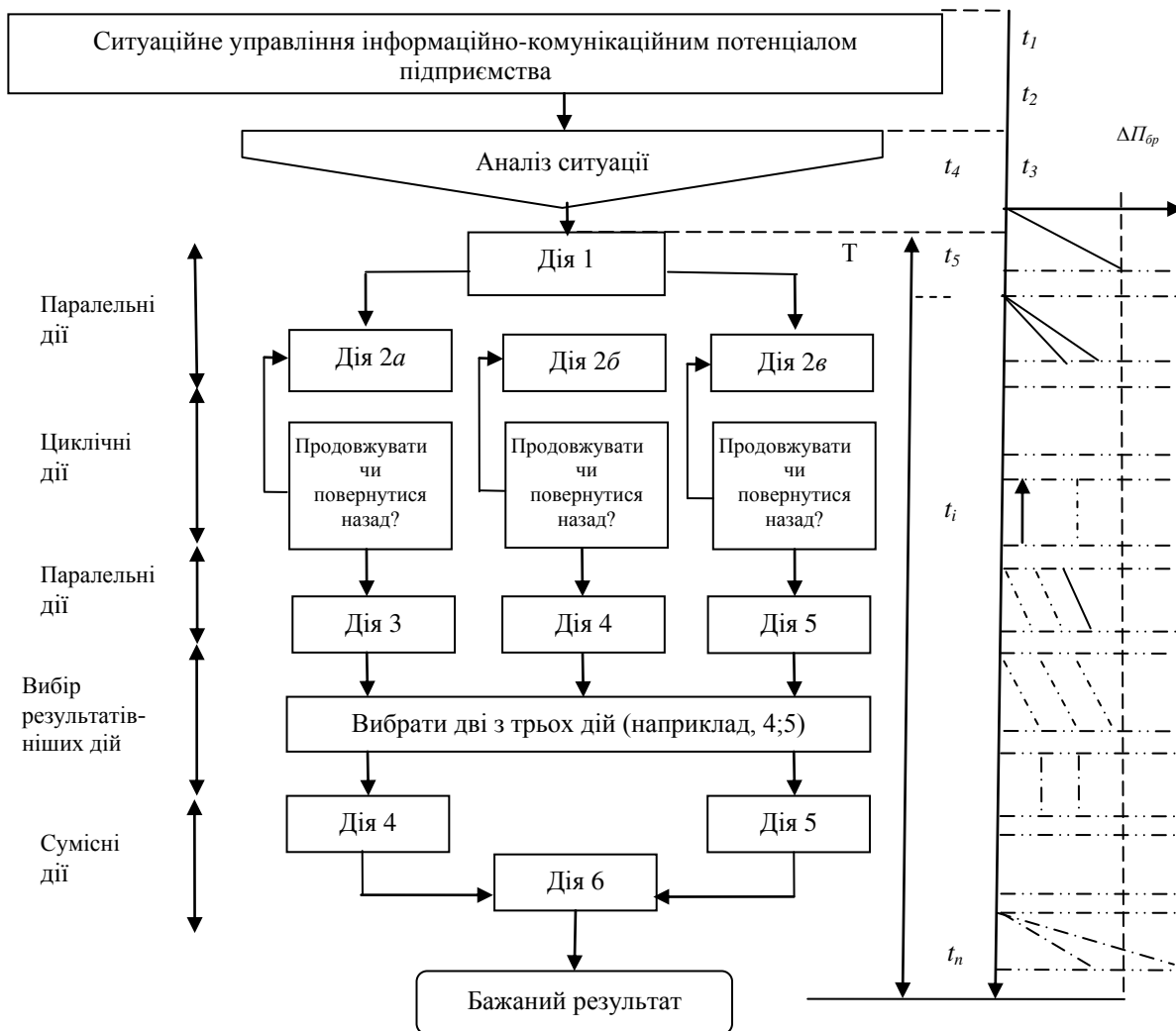
- кожен з науково-методичних підходів управління має свої сильні і слабкі сторони, або порівняльні характеристики у разі, коли вони застосовуються до конкретної ситуації (ймовірні наслідки, – як позитивні, так і негативні);
- керівник має бути компетентним із засобами професійного управління, які довели свою ефективність (розуміння процесу, індивідуальної і групової поведінки, системного аналізу, функціональних методів, методів прийняття рішень);
- керівнику необхідним є креативне вміння правильної інтерпретації конкретної ситуації (які фактори є найбільш важливими в даній ситуації і який ймовірний ефект може спричинити за собою зміна однієї або декількох змінних обставин);
- керівник повинен уміти пов'язувати конкретні прийоми, які викликали б найменший негативний ефект, з конкретними ситуаціями, тим самим забезпечуючи досягнення цілей управління інформаційно-комунікаційним потенціалом найефективнішим шляхом в існуючих умовах зовнішнього і внутрішнього середовища промислового підприємства.

Швидкість зміни в інформаційних і комунікаційних технологіях, особливо в останні роки, значно зросла і спричинила появу нових товарів і послуг призначених для доступу до інформації, її організованої систематизації, обробки, аналізу, зберігання. Інформаційний потенціал слід розглядати у поєднанні з комунікаційним, як кардинальну тенденцію сучасного економічного розвитку суб'єктів господарювання – зростання рівня пріоритетності інформаційних продуктів і послуг комунікації порівняно з суто матеріальним виробництвом. Ситуаційне управління інформаційно-комунікаційним потенціалом за змістом процесу це управління наявними обсягами інформаційних ресурсів, інформаційної техніки і технології та інших засобів і можливостей створювати, збирати, накопичувати, обробляти та використовувати різноманітні форми інформації для задоволення інформаційних потреб через наявні комунікаційні зв'язки, що відображають рівень визначеності та ефективності взаємодії підприємства з елементами зовнішнього середовища в умовах конкретної ситуації. Інформацією як економічною категорією є документовані або публічно оголошені відомості про події та явища, що відбуваються, призначені для передачі в процесі комунікації; зміст повідомлення; абстрактне поняття, що свідчить про застосування інформаційного підходу (теорії інформації або теорії комунікації) для аналізу того чи іншого явища об'єктивної реальності; цінність якої полягає в її достовірності, аргументованості, оперативності, своєчасності й об'єктивності. Телекомунікації і використання інформаційних технологій дають змогу практично миттєво, за різних за складом обставин ситуацій, підключатися до будь-яких масивів даних, отримувати інформацію й використовувати її для аналізу, прогнозування, прийняття і реалізації управлінських рішень в сфері формування і розвитку зазначеної складової економічного потенціалу, виходячи з таких аргументів [4]:

- продукування інформації як такої – це вже самостійна виробнича галузь, тобто вид економічної діяльності;
- інформація нині є невід'ємним фактором будь-якого виробництва, одним із фундаментальних ресурсів кожної економічної системи;
- інформація в сучасних умовах стає одним з найважливіших факторів у конкурентній боротьбі;
- інформація стала товаром;

– інформація є елементом ринкового механізму, який поряд з ціною і корисністю впливає на визначення оптимального стану промислового підприємства та його рівноваги.

Механізм ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом являє собою сукупність станів і процесів в контексті: послідовність станів, процесів, які встановлюють яку-небудь дію, явище; систему, пристрій, що визначає порядок управлінської діяльності в умовах конкретної ситуації [5-7]. Розгляд різноманітних трактовок змісту визначень поняття управління дозволяє надати загального напрямку механізму на цілеспрямований вплив, метою якого є досягнення бажаного результату, а дослідження етапів еволюції досвіду господарського управління інформаційно-комунікаційним потенціалом промислового підприємства вказує на загальну його скерованість – ситуаційне управління підприємством в умовах невизначеності обставин конкретної ситуації. Основний механізм пристосування – раціональна адаптація системи ситуаційного управління підприємства до стану ситуації, пов'язаний з раціональної діяльністю менеджера [7-8]. Деталізація методологічного інструментарію побудови та функціонування механізму ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом визначає його якість відносно впливу обставин (факторів) конкретної ситуації [9,10]. Цьому сприяє створення комбінованого алгоритму, як наміченої і прийнятої послідовності методів, інструментів і прийомів розробки і введення в процес підприємства ситуаційної концепції управління (рис.1).



**Рис. 1. Схема механізму ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом підприємства\***

\*Удосконалено і адаптовано автором за [4,6,8,11-12]

Вважаємо доцільним розглядати механізм ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом промислового підприємства як частину загального механізму управління підприємством, де керованим об'єктом виступає стан рівноваги підприємства, що вказує на здатність

генерувати бажаний результат (прибуток, таке інше), зростання і сталий розвиток. Відповідно зміст поняття можна розуміти як систему цілеспрямованого впливу засобами управлінських, економічних і організаційних процедур, інструментів і методів на стан рівноваги підприємства з метою підвищення його здатності генерувати прибуток, здійснювати діяльність відповідно бажаному результату, забезпечувати зростання і сталий розвиток відповідно до цілей і завдань з використанням можливостей потенціалу та урахуванням особливостей впливу обставин конкретної ситуації. Структуру механізму складають блоки і елементи відповідно до функцій ситуаційного управління, складені шляхом їх трансформації для реалізації змісту і призначення відповідно встановленим обставинам конкретної ситуації.

#### Висновки

Бажаний результат ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом промислового підприємства досягається завдяки паралельно-циклічним діям, які мають різний «часовий ресурс» ( $t_4 - t_5$ ,  $t_6 - t_7$ ,  $t_n - t_{n-1}$ ), а з моменту вивчення ситуації ( $t_1$ ), її аналізу ( $t_2 - t_3$ ) до початку процесу ситуаційного управління (момент  $t_4$ ), проходить певний період часу, який залежить від подій, що дає змогу досягти підвищення показника бажаного результату ( $\Delta П_{бр}$ ) на умовну величину. Ключовим показником бажаного результату нами визначається такий, що відповідно до встановлених критеріїв оцінки прийнятого стану рівноваги підприємства, займає вирішальну позицію щодо мети, перспектив і стратегії його розвитку у напрямі покращення інформаційно-комунікаційного потенціалу. Його встановлення, вважаємо, є важливим і у зв'язку із визначенням цільових орієнтирів в механізмі, необхідних для формування стратегії розвитку інформаційно-комунікаційного потенціалу промислового підприємства. Разом з тим, як показали дослідження, оцінка бажаного результату промислового підприємства з метою надання дієздатності механізму ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом не вирішується однозначно, оскільки має місце система абсолютних, відносних і другорядних показників. Логічним є припущення, що серед таких показників ключові позиції займають різні з них на різних стадіях розвитку промислового підприємства в конкретній ситуації. Саме розробка способу виявлення не лише фактичного, але й об'єктивно можливого стану рівноваги промислового підприємства в обставинах конкретної ситуації, вироблення підходу до формулювання мети механізму відносно інформаційно-комунікаційного потенціалу у вигляді бажаного результату (для певного підприємства за певних ситуаційних обставин), вибір методів визначення його оптимальних параметрів та стратегії забезпечення його досягнення складає основу новизни змісту виконаної деталізації процесу. Така спрямованість приводить, перш за все, до потреби формування науково аргументованого методологічного інструментарію обґрунтування і реалізації механізму ситуаційного управління інформаційно-комунікаційним потенціалом, який включає відповідні алгоритми, матриці і моделі та інші засоби наукового і практичного пізнання.

#### Список використаної літератури

1. Монастирський Г.Л. Теорія організації: навч. посібник / Г.Л. Монастирський. – К.: Знання, 2008. – 319 с.
2. Мільнер Б.З. Теория организации : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-М, 2005. – 648 с.
3. Василенко В.А. Менеджмент устойчивого развития предприятий : монография / В.А. Василенко. – К.: Центр учебной литературы, 2005. – 648 с.
4. Нижник В.М. Управління підприємством: організаційно-економічний аспект: монографія / В.М. Нижник, М.В. Ніколайчук, – Хмельницький : ХНУ, 2010. – 389 с.
5. Джонсон Р. Системы и руководство. / Р. Джонсон, Ф. Каст, Д. Розенцвейг. М.: СР, 1971. – 648 с. [Електронний ресурс]/Режим доступу: <http://en.bookfi.net/book/504716>. (Дата звернення: 01.08.2019).
6. Шандова Н.В. Узагальнююча оцінка рівня стабільності розвитку підприємств промислового комплексу / Н.В. Шандова // Вісник ХНТУ, 2010. – №1. – С. 83-86.
7. Герасимчук В. Управління підприємством як соціально-економічною системою: функціональний підхід / В. Герасимчук // Економіка України. – 2003. – № 9. – С. 12–17.
8. Савіна Г.Г. Гармонізація інтересів підприємства в кризових умовах як основа забезпечення його соціально-економічної безпеки / Г.Г. Савіна, О.І. Зайцева // Вісник Хмельницького національного університету, 2009. – №4. – С.229-231.
9. Авдеенко В. Н. Производственный потенциал промышленного предприятия / В. Н. Авдеенко, В. А. Котлов. – М. : Экономика, 1989. – 240 с.
10. Сущенко Е. А. Формирование потенциала предприятия в условиях априорно агрессивной внешней среды / Е. А. Сущенко // Прометей: регион. зб. наук. праць з економіки. – 2002. – Вип. № 3(9). – С. 152–162.
11. Шукліна В.В. Стратегічний менеджмент: концептуальні питання в умовах постіндустріальних трансформацій / В.В. Шукліна // Економіка і регіон, 2013. – №2. – С. 87-91.

12. Тревого О. Основні аспекти впровадження організаційних змін на підприємствах в умовах невизначеного середовища / О. Тревого // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку : зб. наук.-прикл. праць. – Львів : Львівська політехніка, 2012. – С. 156-161.

#### References

1. Monastirsky G.L. Teoriya orhanizatsiyi [Organization Theory]: educ. manual / G.L. Monastic. – K.: Knowledge, 2008.– 319 p.
2. Milner B.Z. Teoriya orhanyzatsyy : uchebnyk dlya vuzov [Organization theory: textbook for universities]. 4th ed., Revised. and ext.– M.: Infra-M, 2005. – 648 p.
3. Vasilenko V.A. Menedzhment ustoychivoho rozvytya predpriyatyy [Management of sustainable development of enterprises] : monograph / V.A. Vasilenko.– K.: Center for Educational Literature, 2005. – 648 p.
4. Nizhnik V.M. Upravlinnya pidpriyemstvom: orhanizatsiyno-ekonomichnyy aspekt [Management of the enterprise: organizational and economic aspect] : monograph / V.M. Nizhnik, M.V. Nikolaychuk, – Khmelnytsky: KhNU, 2010. – 389 p.
5. Johnson R. Systemy y rukovodstvo [Systems and Management] / R. Johnson, F. Cast, and D. Rosenzweig. M.: Wed, 1971 – 648 p. Available at: <http://en.bookfi.net/book/504716>. (Accessed: 8 August 2019).
6. Shandova N.V. Uzahal'nyuyucha otsinka rivnya stabil'nosti rozvytku pidpriyemstv promyslovoho kompleksu [A generalized assessment of the level of stability of development of enterprises of industrial complex] / N.V. Shandova // Bulletin of KhNTU, 2010. – no 1. – pp. 83-86.
7. Gerasimchuk V. Upravlinnya pidpriyemstvom yak sotsial'no-ekonomichnoyu systemoyu: funktsional'nyy pidkhid [Management of the enterprise as a socio-economic system: a functional approach] / V.Gerasimchuk // Economy of Ukraine. – 2003. – no 9. – pp. 12-17.
8. Savina G.G. Harmonizatsiya interesiv pidpriyemstva v kryzovykh umovakh yak osnova zabezpechennya yoho sotsial'no-ekonomichnoyi bezpeky [Harmonization of the interests of the enterprise in crisis conditions as a basis for ensuring its socio-economic security] / G.G. Savina, O.I. Zaitseva // Bulletin of the Khmelnytsky National University, 2009. – no 4. – pp.229-231.
9. Avdeenko V.N. Proyzvodstvennyy potentsyal promyshlennoho predpriyatyya [Production potential of industrial enterprise] / V.N. Avdeenko, V.A. Kotlov. – M. : Economics, 1989. – 240 p.
10. Sushchenko E.A. Formyrovanye potentsyala predpriyatyya v uslovyyakh apyorno ahressyvnoy vneshney srody [Formation of enterprise potential in conditions of a priori aggressive external environment] / E.A. Sushchenko // Prometey: region. Sat. Sciences. works in economics. – 2012. – no. 3(9). – pp.152-162.
11. Shuklina V. Stratehichnyy menedzhment: kontseptual'ni pytannya v umovakh postindustrial'nykh transformatsiy [Strategic Management: Conceptual Issues in Post-Industrial Transformation] / V.V. Shuklina // Economy and Region, 2013.– no 2.– pp. 87-91.
12. Treвого О. Osnovni aspekty vprovadzhennya orhanizatsiynykh zmin na pidpriyemstvakh v umovakh nevyznachenoho seredovyshcha [The main aspects of implementing organizational changes in enterprises in an uncertain environment] / O. Trevoi // Management and entrepreneurship in Ukraine: stages of formation and problems of development: Coll. scientific-approx. Ave. – Lviv: Lviv Polytechnic, 2012. – pp. 156-161.

**СФЕРА ОБСЛУГОВУВАННЯ**

УДК 65.012.227

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.28](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.28)

О.І. ЗАЙЦЕВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-7250-6292

В.О. БЕТІНА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-0131-0927

**УПРАВЛІННЯ СТРАТЕГІЧНОЮ АДАПТАЦІЄЮ ТУРИСТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ЗАСАДАХ КЛІЄНТООРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ**

*У даній роботі обґрунтовано необхідність використання клієнтоорієнтованого підходу в управлінні стратегічною адаптацією підприємства. Наведено думки різних фахівців щодо питань управління стратегічною адаптацією та сутності клієнтоорієнтованості і наголошено, що попри теоретичну та практичну цінність попередніх наукових здобутків, необхідно провести інтегроване системне дослідження науково-прикладних питань використання клієнтоорієнтованого підходу в управлінні стратегічною адаптацією підприємства. Представлено еволюцію концепції управління взаємовідносинами з клієнтами і зацентовано увагу на тому, що клієнторієнтований підхід еволюціонував в напрямку від товарно-домінантної до сервісно-домінантної логіки. Зазначено, що наразі відсутнє загальноприйняте трактування дефініції «клієнтоорієнтованість», тому систематизовано науково-практичні підходи до тлумачення поняття «клієнтоорієнтованість» в економічній літературі, що дозволило виділити три основні напрями, що розкривають сутність даного поняття з позиції: стратегії ведення бізнесу, характеристики бізнесу, клієнтського досвіду. Узагальнено авторські підходи щодо клієнтоорієнтованості, як довгострокових та взаємовигідних відносин з клієнтами на основі максимального передбачення їх очікувань та задоволення їх потреб. Наголошено, що у кінцевому підсумку такі відносини з клієнтами дозволять утримувати їх лояльність досить довго і одержувати сталий прибуток, що у свою чергу і буде формувати конкурентні переваги і стратегічну адаптивність підприємства. Представлено ланцюжок створення цінності туристичного продукту на основі клієнтоорієнтованого підходу та відзначено, що клієнтоорієнтованість є провідним підходом, що зможе забезпечити високий рівень стратегічної адаптивності підприємства туристичної сфери на ринку в довгостроковій перспективі.*

*Ключові слова: управління, стратегічна адаптація, туристичне підприємство, клієнторієнтований підхід, клієнтоорієнтованість.*

Е.И. ЗАЙЦЕВА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-7250-6292

В.О. БЕТІНА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0003-0131-0927

**УПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИЕЙ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИНЦИПАХ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА**

*В данной работе обоснована необходимость использования клиентоориентированного подхода в управлении стратегической адаптацией предприятия. Приведены мнения различных специалистов по вопросам управления стратегической адаптацией и сущности клиентоориентированности и отмечено, что несмотря на теоретическую и практическую ценность предыдущих научных достижений, необходимо провести интегрированное системное исследование научно-прикладных вопросов использования клиентоориентированного подхода в управлении стратегической адаптацией предприятия. Представлено эволюцию концепции управления взаимоотношениями с клиентами и акцентировано внимание на том, что клиентоориентированный подход эволюционировал в направлении от товарно-доминантной к сервісно-доминантной логике. Отмечено, что в настоящее время отсутствует общепринятая трактовка дефиниции «клиентоориентированность». Поэтому систематизированы научно-практические подходы к толкованию понятия «клиентоориентированность» в экономической литературе, что позволило выделить три основных направления, раскрывающие сущность данного понятия с позиций: стратегии ведения бизнеса,*

характеристики бізнеса, клієнтського опыта. Обзор авторских подходов к клиентоориентированности, позволил ее определить, как долгосрочные и взаимовыгодные отношения с клиентами на основе максимального удовлетворения их потребностей и ожиданий. Отмечено, что в конечном итоге такие отношения с клиентами позволяют удерживать их лояльность довольно долго и получать устойчивую прибыль, что в свою очередь и будет формировать конкурентные преимущества и стратегическую адаптивность предприятия. Представлена цепочка создания ценности туристского продукта на основе клиентоориентированного подхода и отмечено, что клиентоориентированность является ведущим подходом и сможет обеспечить высокий уровень стратегической адаптивности предприятия туристической сферы на рынке в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: управление, стратегическое адаптация, туристическое предприятие, клиентоориентированный подход, клиентоориентированность.

O.I. ZAITSEVA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-7250-6292

V.O. BETINA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-0131-0927

### MANAGEMENT OF THE STRATEGIC ADAPTATION OF THE TOURIST ENTERPRISE ON A CLIENT ORIENTED APPROACH

*This paper substantiates the necessity of using a client-oriented approach in managing the strategic adaptation of the enterprise. Opinions of various experts on the issues of strategic adaptation management and the essence of client orientation are emphasized, and it is emphasized that, despite the theoretical and practical value of previous scientific achievements, it is necessary to carry out an integrated systematic research of applied scientific issues in the use of client oriented approach in enterprise strategy management. The evolution of the concept of customer relationship management is presented and attention is paid to the fact that the client-oriented approach evolved in the direction from commodity-dominant to service-dominant logic. It is stated that at present there is no generally accepted interpretation of the definition of "client orientation", so systematic scientific and practical approaches to the interpretation of the concept of "client orientation" in the economic literature, which allowed to distinguish three main areas that reveal the essence of the business, client experience. The author's approaches to customer orientation as a long-term and mutually beneficial relationship with clients are summarized, based on maximum anticipation of their expectations and satisfaction of their needs. It is emphasized that in the end such relations with clients will allow them to retain their loyalty for a long time and earn a steady profit, which in turn will form competitive advantages and strategic adaptability of the enterprise. The value chain of tourism product is presented on the basis of client-oriented approach and it is noted that client-orientation is the leading approach, which will be able to provide high level of strategic adaptability of tourism industry enterprise in the market in the long run.*

*Keywords: management, strategic adaptation, tourism enterprise, customer-centric approach, customer-orientation.*

### Постановка проблеми

Унікальність наукових підходів до управління підприємствами в трансформаційні періоди полягає у тому, що сучасні школи менеджменту повинні відповідати глобальним трендам зовнішнього середовища і поступово відходити від жорстких, бюрократичних організаційних конструкцій індустріальної епохи на користь новим гнучким моделям бізнесу четвертої промислової революції. Здатність відчувати зміни пріоритетів на регіональних та міжнародних ринках, пристосовуватися до змін векторів партнерської взаємодії, швидко та ефективно реагувати на запити споживачів, – формуватиме успіх підприємства і забезпечуватиме його стратегічну стійкість. Головне при цьому те, що клієнтоорієнтованість повинна стати сучасною парадигмою бізнесу, орієнтованого на виявлення та задоволення потреб споживачів, підвищення їх лояльності з метою отримання прибутку і сталого розвитку підприємства. Тож з огляду на вищезазначене, а також враховуючи недостатній досвід сучасних керівників та власників у сфері проактивного маркетингового менеджменту, набуває актуальності питання застосування клієнтоорієнтованого підходу до управління стратегічною адаптацією підприємства, що дозволить йому пристосовуватися до умов конкурентного оточення і нестабільності контактних аудиторій.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання управління стратегічною адаптацією підприємства стали предметом багатьох наукових дискусій і останніми роками все більше привертають увагу науковців-економістів та практиків-бізнесменів. Значний внесок у розробку теоретичних та методичних аспектів цього наукового напрямку

зробили такі відомі вчені, як: Вороніна А.В., Зеніна-Біліченко А.С., Л.Є. Довгань, Г.А. Мохонько В.М. Ячменьова, З.О. Османова [1-3].

Дослідженням сутності клієнтоорієнтованості та еволюції концепції управління взаємовідносинами з клієнтами займалися такі науковці, як: Ковальчук С.В., Боярська М.О., Голишева Є.О., Хуторської П.О., Степура В.А., Воржакова Ю.П., Голубовський Р. [4-10].

Проте, віддаючи належне теоретичній та практичній цінності попередніх наукових здобутків, слід визначити необхідність проведення інтегрованого системного дослідження науково-прикладних питань використання клієнтоорієнтованого підходу в управлінні стратегічною адаптацією підприємства.

#### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є обґрунтування необхідності використання клієнтоорієнтованого підходу в управлінні стратегічною адаптацією підприємства.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

З метою стратегічної адаптації до реалій сьогодення сучасні підприємства намагаються вибудувати багаторівневі системи моніторингу та задоволення потреб споживачів товарів і послуг, створювати для клієнта додаткові привабливі цінності. Це виокремлює їх серед конкурентів і робить впізнаваними на ринку. Таким чином, клієнторієнтований підхід є міждисциплінарним і з'явився як продукт еволюціонування і взаємодії концепцій маркетингу та менеджменту.

Активне формування концепції маркетингу взаємодії або взаємовідносин на ринках товарів і послуг відбувалося у 1980-ті рр. в межах північноєвропейської школи маркетингу. Поява і розвиток цієї концепції визначалася низкою позитивних змін у практиці бізнесу, до яких належать: стрімке зростання сфери послуг, зміни у функціоналах управління якістю, розвиток партнерських відносин, розповсюдження інформаційних технологій. Головною ідеєю цієї концепції стало те, що об'єктом управлінського впливу у маркетингу стає не загальне управлінське рішення, а відносини (комунікації) з покупцем та іншими контактними аудиторіями. У 1990-х рр. ХХ століття клієнтоорієнтовані організації стали розглядатися як підприємства, що прагнуть знайти і якомога краще задовольнити потреби клієнтів. А клієнторієнтований підхід еволюціонував в напрямку від товарно-домінантної до сервісно-домінантної логіки.

Еволюція концепції управління взаємовідносинами з клієнтами представлена на рис. 1.

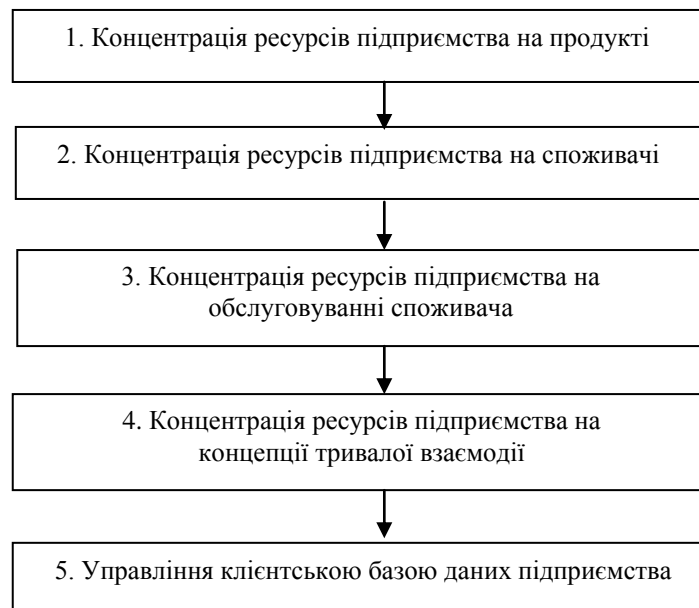


Рис. 1. Еволюція концепції управління взаємовідносинами з клієнтами

Слід зазначити, що наразі відсутнє загальноприйняте трактування дефініції «клієнтоорієнтованість». На сьогодні дослідники не дійшли спільного бачення щодо ключової сутності даного поняття, а саме, чим є клієнтоорієнтованість насамперед: стратегією (підходом), інструментом (методом) управління, характеристикою (результатом діяльності). Систематизація науково-практичних підходів до тлумачення поняття «клієнтоорієнтованість» в економічній літературі (таблиця 1) дозволяє виділити три основні напрями, що розкривають суть даного поняття з позиції:

- 1) стратегії ведення бізнесу;
- 2) характеристики бізнесу;
- 3) клієнтського досвіду.

Таблиця 1

**Підходи до визначення поняття «клієнтоорієнтованість»**

Автори	Визначення поняття «клієнтоорієнтованість»
<b>Підхід з позиції стратегії ведення бізнесу</b>	
Голубовський Р.	Бізнес-стратегія компанії, відповідно до якої вона (компанія) робить дії, спрямовані на задоволення потреб клієнта, з метою перетворити його в лояльного клієнта.
Тишина Н.	Спосіб ведення бізнесу, за якого споживач – це жива людина зі своїми бажаннями і потребами, які можуть і повинні бути почуті та задоволені.
Карєєва Ю.	Стратегічний підхід до розвитку організації, який забезпечує підвищення її конкурентоспроможності і зростання прибутковості, що припускає мобілізацію всіх її ресурсів на виявлення, залучення клієнтів та утримання найбільш прибуткових із них за рахунок підвищення якості обслуговування та задоволення їх потреб.
Устян О.Ю.	Стратегія ведення бізнесу, що характеризується глибоким розумінням та пошуком шляхів ефективного задоволення потреб клієнтів, передбачає підвищення якості обслуговування та адаптацію внутрішніх бізнес процесів відповідно до споживчих запитів, націлена на отримання стійких конкурентних переваг та зростання прибутковості організації.
Мухортова О.	Це стратегія бізнесу, яка має на меті задоволення потреб клієнта. Результатами цієї стратегії є: лояльність клієнтів, прибуток, стабільний грошовий потік, підвищення рівня передбачуваності поведінки клієнтів.
<b>Підхід із позиції характеристики бізнесу</b>	
Новіков О.	Характеристика самого бізнесу, що відображає місце інтересів клієнта в системі пріоритетів керівництва і власників. Це інструмент, який дозволяє підприємству отримувати лояльних клієнтів. Користування цим інструментом вимагає деяких інвестицій.
Хуторської П.О., Степура В.А.	Це концепція ведення бізнесу, спрямована на задоволення, передбачення і формування потреб кінцевих споживачів, що реалізується на всіх рівнях менеджменту у всіх функціональних підрозділах, орієнтована на інноваційний (проактивний) розвиток з метою досягнення стійких конкурентних переваг.
Лучков В.	Це здатність компанії створювати додатковий потік клієнтів і додатковий прибуток за рахунок глибокого розуміння і задоволення потреб клієнтів.
<b>Підхід із позиції клієнтського досвіду</b>	
Алькама В., Арцюх Ю.	Це інструмент управління стосунками з клієнтами, націлений на отримання стійкого прибутку в довгостроковому періоді, що ґрунтується на трьох критеріях: ключової компетенції, цільових клієнтах і рівності позицій.
Харський К.В.	Це не те, що ви думаєте зробити для клієнта, це те, що клієнт думає про вас. Це оцінка клієнтом видимої частини діяльності компанії.
Еверт С.	Це вміння виявляти потреби клієнта (як внутрішнього, так і зовнішнього) та ефективно задовольняти їх.
Ковальчук С.	Інструмент партнерської взаємодії підприємства і клієнта щодо задоволення його потреб, спрямований на підвищення конкурентних переваг підприємства у довгостроковому періоді за допомогою відповідних ключових компетенцій організації.

Незважаючи на те, що визначення сутності клієнтоорієнтованого підходу в маркетинговому менеджменті є достатньо неоднозначним, усі автори доходять до згоди, що клієнтоорієнтованість – це побудова з клієнтами довгострокових та взаємовигідних відносин на основі максимального передбачення їх очікувань та задоволення їх потреб. У кінцевому підсумку такі відносини з клієнтами дозволяють утримувати їх лояльність досить довго і одержувати сталий прибуток, що у свою чергу і буде формувати конкурентні переваги і стратегічну адаптивність підприємства.

Застосування клієнтоорієнтованого підходу є дуже важливим у тих сферах бізнесу, де успішність діяльності пов'язана із взаємодією з людьми, тому індустрія туризму та відпочинку безпосередньо залежить від надання клієнтоорієнтованого обслуговування, оскільки пропонує послуги, якими візитери користуються в момент і місці їх придбання. Клієнторієнтований підхід стає необхідним в туризмі, де технологічний процес пов'язаний із взаємодією «людина-людина». Використання стандартизованих туристичних послуг призводить до формування повторюваних маркетингових рішень. Тому єдиний спосіб утримати споживача – це індивідуалізація стосунків з ним, що можлива на основі розвитку



довготермінової взаємодії на принципах щирого партнерства і «wow-сервісу». Стосунки як результат ефективної взаємодії стають продуктом, у якому інтелектуальний та інформаційний ресурси інтегруються у безперервні та ефективні відносини.

Виходячи з того, що головною особливістю клієнтоорієнтованості туризму є фокусування уваги на клієнті, ланцюжок створення цінності туристичного продукту на основі клієнтоорієнтованого підходу формується від клієнта до продукту, а не навпаки (рис. 2).



**Рис. 2. Ланцюжок створення цінності туристичного продукту на основі клієнтоорієнтованого підходу**

Таким чином, клієнтоорієнтованість є провідним підходом, що зможе забезпечити високий рівень стратегічної адаптивності підприємства туристичної сфери на ринку в довгостроковій перспективі і наступні конкурентні переваги:

- 1) унікальна конкурентна пропозиція, яку важко скопіювати конкурентами, полягає в наданні максимальної споживчої цінності клієнтам;
- 2) формування стійкого емоційного зв'язку між клієнтом і підприємством, що зменшує імовірність його переходу до конкурентів;
- 3) формування кола лояльних клієнтів, що дозволяє отримувати додатковий дохід та залучати нових клієнтів унаслідок рекомендацій наявних;
- 4) якісні зміни в усіх аспектах діяльності туристичного підприємства, що підвищують його загальну ефективність;
- 5) задання стратегічного вектору розвитку підприємства, акумулювання ресурсів на найбільш пріоритетних аспектах, системні результативні організаційні зміни.

Маємо підкреслити, що клієнтоорієнтованість в туристичній сфері – це вміння виявляти і попереджувати потреби, здійснювати враження на споживача і створювати атмосферу, що задовольняє його потреби (у комфорті, розвагах, спілкуванні, відпочинку). Виходячи з цього клієнтоорієнтованість можна визначити як стратегічний актив з наступними адаптивними можливостями бізнесу:

- орієнтація на утримання клієнтів (основоположна ідея);
- індивідуальні комунікації з клієнтами (реалізується через особисте спілкування персоналу з клієнтами);
- співпраця, що ґрунтується на відносинах, а не на продукті (відносини, що формуються між підприємством і клієнтом, виходять далеко за межі загальноприйнятої взаємодії у межах акту економічного обміну).

#### **Висновки**

З позицій управління стратегічною адаптацією туристичного підприємства, – клієнтоорієнтованість являє собою цілісну систему поглядів, ідей і методів управління, які дозволяють встановлювати, підтримувати і розвивати взаємини з власними споживачами, що приводить до стійкої взаємодії та необхідного комерційного результату. Для побудови клієнтоорієнтованого управління на підприємствах туристичного бізнесу мають використовуватися комбінації методів реалізації стратегії, методів організаційних змін і методів вивчення цінності, створюваної для споживача туристичних послуг. При цьому головною ознакою сформованого клієнтоорієнтованого підходу є утримання та розширення клієнтської бази, наявність політики формування адаптивної стратегії, удосконалення ключових способів визначення її цілей, пріоритетів, ресурсів.

## Список використаної літератури

1. Вороніна А.В. Формування системи адаптивного стратегічного управління розвитком організації / А.В. Вороніна, А.С. Зеніна-Біліченко // Глобальні та національні проблеми економіки. – 2016. – №11. – С. 294-299.
2. Довгань Л.Є. Стратегічна стійкість у системі стратегічного управління підприємством / Л.Є. Довгань, Г.А. Мохонько // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – №11(113). – С. 115-122.
3. Ячменьова В.М. Сутність понять «адаптація» і «адаптивність» / В.М. Ячменьова, З.О. Османова // Вісник національного університету «Львівська Політехніка». – 2010. – №684. – С. 346-353.
4. Ковальчук С.В. Клієнтоорієнтованість – сучасне спрямування маркетингової концепції / С.В. Ковальчук // Актуальні проблеми та перспективи розвитку маркетингового управління. – К.: КНУТД, 2016. – С. 9-10.
5. Ковальчук С.В. Розвиток клієнтоорієнтованості засобами краудсорсингу / С.В. Ковальчук // Маркетинг в Україні. – 2015. – № 5. – С. 34-48.
6. Боярська М.О. Сутність та визначення економіки вражень на сучасному етапі розвитку економіки України / М.О. Боярська // Молодий вчений. – 2016. – № 4. – С. 25-27.
7. Голишева Є.О. Клієнтоорієнтована концепція: сутність, особливості та модель переходу / Є.О. Голишева // Економіка та підприємництво. – 2015. – Вип. 34-35. – Ч. 2. – С. 105-114.
8. Хуторської П.О. Клієнтоорієнтованість стратегічного менеджменту як виклик економічній нестабільності / П.О. Хуторської, В.А. Степура [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.confcontact.com/2017-ekonomika-i-menedzhment/5\\_hutor\\_stepura.htm](http://www.confcontact.com/2017-ekonomika-i-menedzhment/5_hutor_stepura.htm)
9. Воржаківа Ю.П. Використання клієнтоорієнтованого підходу при формуванні конкурентної політики підприємства / Ю.П. Воржаківа. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ir.kneu.edu.ua:8080/handle/2010/9012>
10. Голубовський Р. Клієнтоорієнтованість та як нею скористатись клієнту / Р. Голубовський [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://blog.golubovsky.com/client-orientation-for-client>

## References

1. Voronina A.V. (2016) Formuvannya systemy adaptivnoho stratehichnoho upravlinnia rozvytkom orhanizatsii [Formation of system of adaptive strategic management of organization development]. – Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky. – №11. – P. 294-299 [in Ukrainian].
2. Dovhan L.Ie. (2010) Stratehichna stiikest u systemi stratehichnoho upravlinnia pidpriemstvom [Strategic sustainability in the enterprise strategic management system]. – Aktualni problemy ekonomiky. – №11(113). – P. 115-122 [in Ukrainian].
3. Iachmenova V.M. (2010) Sutnist poniat «adaptatsiia» i «adaptivnist» [The essence of the concepts of "adaptation" and "adaptability"]. – Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska Politekhnika». – №684. – С. 346-353[in Ukrainian].
4. Kovalchuk S.V. (2016) Kliiientooriiientovanist – suchasne spriamuvannia marketynhovoї kontseptsii [Client orientation is a modern direction of marketing concept]. – Aktualni problemy ta perspektivy rozvytku marketynhovoho upravlinnia. – P. 9-10 [in Ukrainian].
5. Kovalchuk S.V. (2015) Rozvytok kliiientooriiientovanosti zasobamy kraudsorsynhu [Developing client-centered crowdsourcing]. – Marketynh v Ukraini. – № 5. – P. 34-48 [in Ukrainian].
6. Boiarska M.O. (2016) Sutnist ta vyznachennia ekonomiky vrazhen na suchasnomu etapi rozvytku ekonomiky Ukrainy [The essence and definition of the economy of impressions at the present stage of economic development of Ukraine]. – Molodyi vchenyi. – № 4. – С. 25-27 [in Ukrainian].
7. Holysheva Ye.O. (2015) Kliiientooriiientovana kontseptsii: sutnist, osoblyvosti ta model perekhodu [Client-oriented concept: essence, features and model of transition]. – Ekonomika ta pidpriemnytstvo. – Vup. 34-35(2). – С. 105-114 [in Ukrainian].
8. Khutorskoi P.O. (2017) Kliiientooriiientovanist stratehichnoho menedzhmentu yak vyklyk ekonomichnii nestabilnosti [Client-oriented strategic management as a challenge to economic instability]. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: [http://www.confcontact.com/2017-ekonomika-i-menedzhment/5\\_hutor\\_stepura.htm](http://www.confcontact.com/2017-ekonomika-i-menedzhment/5_hutor_stepura.htm) [in Ukrainian].
9. Vorzhakova Yu.P. (2010) Vykorystannia kliiientooriiientovanoho pidkhodu pry formuvanni konkurentnoi polityky pidpriemstva [Use of client-oriented approach in the formation of enterprise competitive policy]. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://ir.kneu.edu.ua:8080/handle/2010/9012> [in Ukrainian].
10. Holubovskiy R. Kliiientooriiientovanist ta yak neiu skorystatys kliientu [Customer orientation and how to use it for the client]. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://blog.golubovsky.com/client-orientation-for-client> [in Ukrainian].

**СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ**

УДК 656.1

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.29](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.29)**О.А. ВОЙТОВИЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0510-4362**В.О. ТКАЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-8317-3270**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗМІНИ АВТОБУСНОГО  
МАРШРУТУ № 7 У М. ХЕРСОН ТА ОЦІНКА ЇЇ ДОЦІЛЬНОСТІ**

*Стаття "Дослідження результатів зміни автобусного маршруту № 7 у м. Херсон та оцінка її доцільності" авторів Войтович О.А., Ткач В.О. присвячена проблемі своєчасного та якісного задоволення попиту пасажирів громадського транспорту на перевезення, яка в сучасному місті переростає з чисто транспортної у соціальну. Вирішення цієї проблеми потребує створення таких моделей функціонування транспортного комплексу, в яких би поєднувалися національні та регіональні інтереси автотранспортних підприємств і населення. Такі завдання вирішуються шляхом розробки регіональних програм щодо задоволення попиту на перевезення, а основою, в системній побудові всіх можливих видів організації перевезень пасажирів, є виявлення закономірностей ланок і елементів доставки.*

*В роботі розглянуто технологічну схему переміщення пасажирів та нову схему пасажироперевезення на міському автобусному маршруті загального користування №7 у м. Херсон. Головним об'єктом управління за технологічною схемою є матеріальні і супутні ним потоки інформації і грошових коштів, які забезпечують технологію перевезення.*

*Мета дослідження проаналізувати результати функціонування транспорту після зміни автобусного маршруту № 7 у м. Херсон та оцінити її доцільність з точки зору задоволення соціальних вимог населення. Представлені табличні методи дослідження пасажиропотоку при вибірковому обстеженні. Показана потужність (напруженість) пасажирообігу та порівняльні характеристики нерівномірності пасажиропотоку на різних ділянках автобусного маршруту.*

*За результатами досліджень встановлено, що заходи щодо скорочення загального часу переміщення мають бути направлені на зменшення всіх його складових та проведені розрахунки часу, які витрачають пасажирів на переміщення до та після зміни (подовження) маршруту. Просторова характеристика переміщень визначає топографію маршрутної мережі транспорту. Оновлений маршрут дозволяє скоротити час, який пасажирів витрачають на переміщення маршрутом.*

*Ключові слова: транспортна мережа, транспортні засоби, переміщення пасажирів, пасажиропоток, пасажирообіг, зупинний пункт.*

**О.А. ВОЙТОВИЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0510-4362**В.А. ТКАЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-8317-3270**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОБУСНОГО  
МАРШРУТА № 7 В Г. ХЕРСОН И ОЦЕНКА ЕГО ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ**

*Статья "Исследование результатов изменения автобусного маршрута № 7 в г. Херсон и оценка его целесообразности" авторов Войтович О.А., Ткач В.А. посвящена проблеме своевременного и качественного удовлетворения спроса пассажиров общественного транспорта на перевозку, которая в современном городе перерастает из чисто транспортной в социальную. Решение этой проблемы требует создания таких моделей функционирования транспортного комплекса, в которых бы сочетались национальные и региональные интересы автотранспортных предприятий и населения. Такие задачи решаются путем разработки региональных программ по удовлетворению спроса на перевозки, а основой, в системном построении всех возможных видов организации перевозок пассажиров, является выявление закономерностей звеньев и элементов доставки.*

*В работе рассмотрены технологическая схема перемещения пассажиров и новая схема пассажироперевозки на городском автобусном маршруте общего пользования №7 в г. Херсон. Главным объектом управления по технологической схеме есть материальные и сопутствующие им потоки информации и денежных средств, обеспечивающих технологию перевозки.*

*Цель исследования проанализировать результаты функционирования транспорта после изменения автобусного маршрута № 7 в г. Херсон и оценить ее целесообразность с точки зрения удовлетворения социальных требований населения. Представлены табличные методы исследования пассажиропотока при выборочном обследовании. Показана мощность (напряженность) пассажирооборота и сравнительные характеристики неравномерности пассажиропотока на разных участках автобусного маршрута.*

*По результатам исследований установлено, что меры по сокращению общего времени перемещения должны быть направлены на уменьшение всех его составляющих и проведены расчеты времени, которые тратят пассажиры на перемещение до и после изменения (продления) маршрута. Пространственная характеристика перемещений определяет топографию маршрутной сети транспорта. Обновленный маршрут позволяет сократить время, которое пассажиры тратят на перемещение по маршруту.*

*Ключевые слова: транспортная сеть, транспортные средства, перемещение пассажиров, пассажиропоток, пассажирооборот, остановочный пункт.*

O.A. VOYTOVICH

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-0510-4362

V.O. TKACH

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-8317-3270

#### **RESEARCH OF RESULTS OF CHANGE OF BUS ROUTE № 7 IN KHERSON AND ASSESSMENT OF ITS PERFORMANCE**

*The article "Research of results of change of bus route № 7 in Kherson and assessment of its performance" authors Voitovich O.A, Tkach V.A. it is devoted to the problem of timely and high-quality satisfaction of the demand of public transport passengers for transportation, which in a modern city is developing from a purely transport to a social one. The solution to this problem requires the creation of such models of the functioning of the transport complex, which would combine the national and regional interests of motor transport enterprises and the population. Such problems are solved by developing regional programs to meet the demand for transportation, and the basis, in the systematic construction of all possible types of organization of passenger transportation, is to identify the patterns of links and delivery elements.*

*The work considers the technological scheme of passenger movement and the new scheme of passenger transportation on the city public bus route No. 7 in Kherson. The main object of management according to the technological scheme is the material and accompanying flows of information and cash that provide transportation technology.*

*The purpose of the study is to analyze the results of the functioning of transport after changing the bus route No. 7 in Kherson and evaluate its feasibility in terms of meeting the social requirements of the population. Tabular methods for studying passenger flow during a sample survey are presented. The power (tension) of passenger traffic and comparative characteristics of the unevenness of passenger flow in different sections of the bus route are shown.*

*According to the results of studies, it was found that measures to reduce the total travel time should be aimed at reducing all its components and time calculations should be carried out that passengers spend on moving before and after changing (extending) the route. The spatial characteristic of movements determines the topography of the route network of transport. The updated route allows you to reduce the time that passengers spend on moving along the route.*

*Keywords: transport network, vehicles, passenger movement, passenger flow, passenger traffic, stopping point.*

#### **Постановка проблеми**

Пасажири в межах міста і передмість переміщуються в переважно громадським транспортом, при відсутності у більшості населення особистих транспортних засобів, проблема своєчасного та якісного задоволення попиту на перевезення переростає з чисто транспортної у соціальну.

Вочевидь, що в цих умовах необхідне створення таких моделей функціонування транспортного комплексу, в яких би поєднувалися національні та регіональні інтереси автотранспортних підприємств і населення. Вирішення таких завдань бачиться в розробці регіональних програм із задоволення попиту на

перевезення. Складанню програм повинен передувати ретельний аналіз ситуації, що склався, в регіоні по обслуговуванню населення пасажирськими перевезеннями.

Складові елементи доставки пасажирів характеризуються певними властивими лише ним закономірностями. Користувачі транспортних послуг в даний час віддають перевагу таким показникам, як дотримання тимчасових графіків доставки пасажирів (розклади), відповідальність за надання обумовлених послуг, надійність доставки. Виконання цих вимог пов'язане з досить точною тимчасовою оцінкою ланок доставки пасажирів, тобто із знанням закономірностей зміни всіх елементів і встановленням конкретних величин. Виявлення закономірностей ланок і елементів доставки є основою в системній побудові всіх можливих видів організації перевезень пасажирів.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Простою організацією для перевезення пасажирів є перевізний комплекс (ланка).

Організаційна структура транспортного комплексу (ланки) передбачає оптимізацію складу елементів, структуру їх і взаємозв'язок між ними [2].

Головним об'єктом управління за технологічною схемою переміщення пасажирів (рис. 1) є матеріальні і супутні ним потоки інформації і грошових коштів, які забезпечують технологію перевезення, що реалізується, а основою побудови ефективної системи операційного менеджменту – виробничий розклад, сформований, виходячи із завдань задоволення споживчого попиту на транспортні послуги.

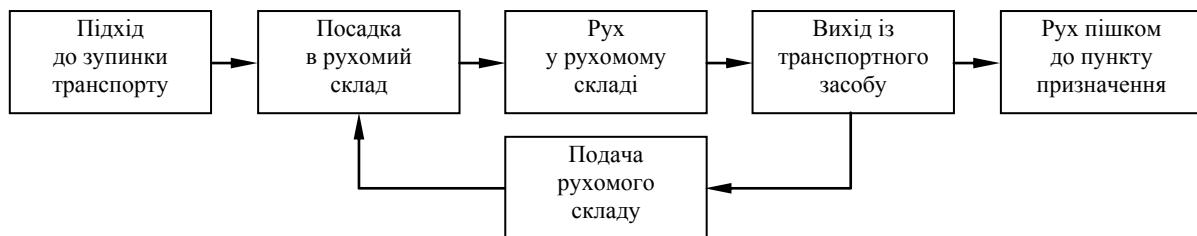


Рис. 1. Технологічна схема переміщення пасажирів

Виробничий розклад, складений на основі об'ємно-календарного планування, дозволяє встановити диференційовані по кожному елементу доставки об'ємні і тимчасові характеристики матеріальних потоків. Класичним методом об'ємно-календарного планування і складання виробничого розкладу є запропонована ще в 1912 р. Г. Гантом стрічкова діаграма, в якій співвідносяться час і види виконуваних робіт [1]. Є і складніші методи планування, коли пропонується послідовне або послідовно-паралельне виконання певних робіт і їх операцій з метою скорочення тривалості загального технологічного циклу.

Необхідно відзначити, що ланки і складові їх елементи доставки, так само як і характеристики попиту на перевезення, відрізняються високою мірою невизначеності, тобто стохастичністю [2,4].

Для підвищення ефективності і системної стійкості при перевезенні пасажирів має бути забезпечена максимальна координація і інтеграція всіх ланок транспортного процесу, що беруть участь у формуванні і управлінні основними і допоміжними матеріальними і пов'язаними з ними інформаційними і фінансовими потоками. Елементами (ланками) транспортного процесу при перевезенні пасажирів, як наголошувалося вище, є: підхід до зупинки, чекання автобуса, переміщення в транспортному засобі і рух до пункту призначення [2,5].

Інтереси пасажирів зводяться до наступного: мінімізація витрат часу і засобів на поїздки; максимізація надійності в роботі транспортних засобів; безпека і комфорт під час користування транспортом. Інтереси суспільства характеризуються [3]:

- задоволенням соціальних вимог населення; економією території; рентабельністю роботи транспортних підрозділів;
- мінімізацією шкідливого впливу на здоров'я і продуктивність праці членів суспільства;
- мінімізацією шкідливого впливу транспорту на природне довкілля.

#### Формулювання мети дослідження

Дослідження результатів функціонування транспорту після зміни автобусного маршруту № 7 у м. Херсон та оцінка її доцільності з точки зору задоволення соціальних вимог населення.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Для того, щоб удосконалити організацію перевезень пасажирів, необхідно знати закономірності зміни ланок і елементів транспортного процесу.

З 1 лютого 2013 року Відділ транспортної, дорожньої інфраструктури і зв'язку у м. Херсон затвердило нову схему пасажироперевезення на міському автобусному маршруті загального користування №7 «вул. Чайковського – м/н Текстильний» (рис. 2).



**Рис. 2. Схема маршруту № 7 у м. Херсон до (червоним кольором) та після (блакитним кольором) зміни**

Подовження маршруту відбулось вздовж вул. Чайковського. Ділянка від кінцевої нового маршруту №7 до зупинок транспорту інших маршрутів (Корабельна площа) має довжину 2,545 км. Тобто населення цього житлового масиву витрачало на підхід:

$$t_{\text{під}} = 2,545/5 = 0,509 \text{ год} = 30,5 \text{ хв.}$$

Час пересування від зупинки до об'єкту тяжіння  $t_{\text{від}}$  чисельно можна прийняти рівним часу підходу  $t_{\text{під}}$ :

$$t_{\text{під}} = t_{\text{від}} = 30,5 \text{ хв.}$$

Тривалість етапу посадки в пересувний склад пов'язана з чеканням транспорту. Необхідність чекання рухомого складу виникає через розбіжність часу між моментом виникнення потреби переміщення і моментом можливості її задоволення. Час чекання пасажиром чергового автобуса на зупинному пункті є функцією інтервалу руху між автобусами –  $t_i$ . Коли пасажир підходить до зупинки у момент прибуття автобуса, тоді час чекання  $t_{\text{оч}} = 0$ . Коли пасажир підходить у момент відправлення автобуса, то  $t_{\text{оч}} = t_i$ . Таким чином, середній час чекання пасажиром автобуса  $t_{\text{очср}}$  складає [3]:

$$t_{\text{очср}} = \frac{t_{1\text{max}} + t_{1\text{min}}}{2} = 0,5t_i$$

Інтервал руху автобусів на маршруті № 7 складає

$$t_i = 5 \text{ хв } 20 \text{ сек } ,$$

Тоді:

$$t_{\text{очср}}^{\text{сп}} = 2 \text{ хв } 40 \text{ сек}$$

Розрахуємо час, витрачений пасажирами  $t_{\text{пас1}}$  до подовження маршруту:

$$t_{\text{пас1}} = 30,5 + 2,5 + 20 + 30,5 = 83,5 \text{ хв.}$$

Життєдіяльність людини визначає його потребу в переміщенні. Інтенсивність переміщень кількісно визначається рухливістю, тобто числом переміщень, що здійснюються в транспорті або пішки одним жителем в рік. Просторова характеристика переміщень часто визначає топографію маршрутної мережі транспорту.

Розрахуємо час, витрачений пасажирами  $t_{\text{пас2}}$  після подовження маршруту:

$$t_{\text{пас2}} = 5 + 2,65 + 20 + 5 = 32,65 \text{ хв.}$$

Заощаджений населенням час складає 50,85 хв.

Таким чином, чим більше щільність транспортної мережі (менше значення  $t_{\text{від}}$  і  $t_{\text{від}}$ ), інтенсивніше рух (менше  $t_{\text{оч}}$ ) і вище швидкість доставки при дотриманні безпеки руху (менше  $t_i$ ), тим швидше буде здійснено переміщення.

Для населення житломасиву в районі вул. Чайковського час підходу до зупинки та відходу від зупинки «Корабельна площа» занадто великий, настільки, що питання користування громадським транспортом зводиться нанівець.

Тому заходи щодо скорочення загального часу переміщення мають бути направлені на зменшення всіх його чотирьох складових. А саме, прокладання маршруту громадського транспорту вздовж вул. Чайковського має велике значення для задоволення соціальних вимог населення, продуктивності праці членів суспільства тощо.

Транспортна рухливість населення в межах населеного пункту призводить до формування потоків пасажирів з різними напрямками і потужністю.

Для дослідження пасажиропотоку у даній роботі використовували табличний метод обстеження [2,5], що проводився обліковцями, які розташовуються у салоні автобуса біля кожних дверей. Обліковці забезпечувалися таблицями обстеження, в яких, окрім даних по автобусу, його виходу і зміні, вказувалися номери рейсу в прямому напрямі, час їх відправлення і зупинки.

По кожній зупинці рейсу обліковці заносили у відповідні графи число пасажирів, що увійшли і вийшли, а потім підраховували наповнення на перегонах маршруту.

Облік і реєстрація пасажирів, що переміщувалися, велися окремо кожним обліковцем, а обробка отриманих даних – спільно.

Потужність пасажиропотоку і пасажирообміну зупинкового пункту вимірюється в пасажирах на годину, хв, рік. Так, потужність пасажиропотоку, тобто кількість пасажирів, що проїжджають за одиницю часу на заданій ділянці транспортної мережі в одному напрямку, між двома пунктами зупинок «вул. Потьомкінська» та «Фабрика "Красень"» маршруту № 7 становить:

$$14 * 60 / 5,3 = 158 \text{ пас-год.}$$

Пасажирообмін зупинкового пункту «Дитяча обласна лікарня», тобто сумарне число пасажирів, що підходять на зупинний пункт і сідають у транспортний засіб, і пасажирів, що виходять з салону пасажирського транспортного засобу на даному зупинному пункті в одиницю часу, склав:

$$6 * 60 / 5,3 = 67 \text{ пас-год.}$$

Загальна кількість перевезених пасажирів за маршрутом, напрямку або в цілому по населеному пункту за певний період часу становить обсяг перевезених пасажирів. Обсяг перевезень вимірюється в пасажирах.

Пасажирообіг є основним розрахунковим техніко-економічним показником та розраховується за формулою:

$$P = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot l_{\text{ені}},$$

$$P_1 = 173,82 \text{ пас-км. } P_2 = 218,76 \text{ пас-км.}$$

де  $Q_i$  – кількість пасажирів, перевезених на відстань  $l_{\text{ені}}$ ;

$P_1, P_2$  – показники пасажирообігу розраховані відповідно до та після зміни маршруту.

Пасажирообіг є найважливішим синтетичним показником, що характеризує роботу транспорту, бо він враховує в сукупності і кількість перевезених пасажирів, і відстань їх перевезення, що дозволяє оцінити і порівняти роботу окремих транспортних засобів.

Велику роль при організації руху пасажирського транспорту грає нерівномірність розподілу пасажиропотоків у часі і по окремих ділянках діючих маршрутів. Тому для ефективного використання рухомого складу і забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів, необхідно знати напрямки, розміри та ступінь нерівномірності пасажиропотоків.

Пасажиропотоки характеризують навантаження транспортної мережі за напрямками переміщень в певний період часу (годину, добу, місяць).

Пасажиропотоки не є величиною постійною, тобто вони нерівномірні. Ступінь нерівномірності пасажиропотоків оцінюється за допомогою коефіцієнта нерівномірності  $\eta_{нд}$ .

Нерівномірність пасажиропотоку по ділянках маршруту:

$$\eta_{нд} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ср}}}$$

де  $Q_{\max}$  і  $Q_{\text{ср}}$  – відповідно максимальна потужність пасажиропотоку найбільш завантаженої ділянки маршруту по одному з напрямків за певний період часу і середньоарифметичне значення пасажиропотоку по всіх ділянках маршруту в цьому ж напрямку за аналогічний період часу. Середнє значення пасажиропотоку по ділянках маршруту розраховується наступним чином:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{1-2} + Q_{2-3} + \dots + Q_{k-1-k}}{k},$$

де  $Q_{1-2}$  – величина пасажиропотоку на ділянці маршруту між першим і другим зупинним пунктами, пас.;  
 $k$  – кількість ділянок на маршруті в даному напрямку.

$$k = r - 1,$$

де  $r$  – число зупиночних пунктів на маршруті в даному напрямку.

$$\begin{aligned} k_1 &= 27 - 1 = 26; \\ k_2 &= 34 - 1 = 33. \\ Q_{\text{ср.д.1}} &= 6,69 \text{ пас-км}; \\ Q_{\text{ср.д.2}} &= 6,23 \text{ пас-км}. \end{aligned}$$

Нерівномірність пасажиропотоків по окремих днях тижня і місяцях року визначається специфікою попиту на перевезення. У внутрішньоміському сполученні пасажиропотоки найбільш інтенсивні по робочих днях. На приміських та міжміських маршрутах перевезення збільшуються у вихідні та святкові дні. У літній період у зв'язку з масовими відпустками обсяг перевезень в містах знижується, а в приміських і міжміських повідомленнях істотно зростає.

Коефіцієнти нерівномірності з урахуванням максимального пасажирообігу на ділянці маршруту «Залізобетонний комбінат – ТРЦ «Фабрика»:

$$\begin{aligned} \eta_{нд1} &= 3,39; \\ \eta_{нд2} &= 3,64. \end{aligned}$$

Значення коефіцієнтів нерівномірності для великих міст знаходиться в межах:  $\eta_{нд} = 1,5 \dots 2,0$ .

При значенні  $\eta_{нд}$  більше 2,0 слід на даному напрямку вводити укорочені маршрути між ділянками з високою потужністю пасажиропотоку.

Але врахуємо, що задана ділянка є такою, що сполучає місто Херсон з селищем Текстильний.

Розглянемо інші ділянки маршруту на території міста:

До зміни маршруту максимальний пасажирообіг був на ділянці «вул. Кременчуцька – вул. Тираспільська» ( $Q = 10,88$  пас-км).

Після зміни – «вул. Київська – вул. Ст. Разіна» ( $Q = 11,05$  пас-км).

Тоді коефіцієнти нерівномірності:

$$\begin{aligned} \eta_{нд1} &= 1,63; \\ \eta_{нд2} &= 1,67. \end{aligned}$$

Отже, нерівномірність пасажиропотоків знаходилась і знаходиться сьогодні у межах норми.



**Висновки**

Отримано наступні результати розрахунків функціонування міського автобусного маршруту загального користування №7 «вул. Чайковського – с. Текстильників»:

- а) економія часу жителів житломасиву поблизу вул. Чайковського на поїздку складає 50,85 хв;
- б) пасажирообіг збільшився на 45 пас-км;
- в) нерівномірність пасажиропотоків відповідає типам ділянок маршруту.

**Список використаної літератури**

1. Луб'яний П.В. Ефективність пасажирської маршрутної мережі міст. Дис...канд. техн. наук. – Харків, 2005, 175 с.
2. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення. Навчальний посібник / М.Г.Босняк– К.: Видавничий Дім “Слово”, 2009. – 272 с.
3. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: Навчальний посібник / П.О.Яновський – Київ.: НАУ, 2008.– 469 с.
4. Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки: Учебник / Л.Л.Афанасьев, Н.Б.Островский, С. М.Цукерберг – М: Транспорт, 1984. – 384 с.
5. Блатное М.Д. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки. Учебник/ М.Д.Блатное – М: Транспорт, 1981. – 198 с.
6. Володин Е.П. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом: Учебник / – Е.П.Володин, Н.Н.Громов – М.: Транспорт, 1982. – 198 с.
7. Гудков В.А. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: Учебник / В.А.Гудков, Л.Б.Миротин – М.: Транспорт, 1997. – 254 с.

**References**

1. Lubyanyu P.V. Efektyvnist' pasazhyrs'koyi marshrutnoyi merezhi mist. Diss. kand. techn. nauk [Efficiency of the urban passenger route network. Cand. tech. sci. diss.]. Kharkiv, 2005, 175 p.
2. Bosnyak M.H. Pasazhyrs'ki avtomobil'ni perevezennya. Navchal'nyy posibnyk [Passenger road transport. Textbook]. K, Vydavnychyy Dim “Slovo”, 2009. 272 p.
3. Yanovs'kyu P.O. Pasazhyrs'ki perevezennya: Navchal'nyy posibnyk [Passenger Transportation: Textbook]. Kyuiv, NAU, 2008. 469 p.
4. Afanas'yev L.L., Ostrovskiy N.B., Tsukerberg S.M. Yedinaya transportnaya sistema i avtomobil'nyye perevozki: Uchebnik [Unified transport system and road transport: Textbook]. M, Transport, 1984. 384 p.
5. Blatnoye M.D. Passazhirskiye avtomobil'nyye perevozki. Uchebnik [Passenger car transportation. Textbook]. M, Transport, 1981. – 198 p.
6. Volodin Ye.P., Gromov N.N. Organizatsiya i planirovaniye perevozok passazhirovo avtomobil'nyim transportom: Uchebnik [Organization and planning of passenger transportation by road: Textbook]. M, Transport, 1982. 198 p.
7. Gudkov V.A., Mirotin L.B. Tekhnologiya, organizatsiya i upravleniye passazhirskimi avtomobil'nyimi perevozkami: Uchebnik [Technology, organization and management of passenger road transport: Textbook]. M, Transport, 1997. 254 p.

УДК 339.137.2

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.30](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.30)

О.І. ГАРАФОНОВА

Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана  
ORCID: 0000-0002-4740-7057

### **ПОТЕНЦІАЛ ЗМІН ПІДПРИЄМСТВА: НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ**

*У статті наведено сутність та особливості формування потенціалу змін промислового підприємства. Автором надано власне трактування терміну «потенціал», як наявності у об'єкта прихованих можливостей, які ще не виявилися, або здатності діяти у відповідних сферах, та, сукупності можливостей в будь-якій сфері для досягнення певної мети. Виокремлено різні види потенціалу та надано їх характеристику.*

*Відзначено, що дослідження потенціалу змін підприємства як складного економіко-соціального явища неможливе без вивчення його внутрішньої будови. При цьому базова структура потенціалу змін незалежно від сфери діяльності для всіх видів промислових підприємств однакова і залежить від рівня втілення, рівня використання та доцільності існування невикористаного потенціалу.*

*Багатокomпонентна сукупність стратегічних ресурсів промислового підприємства, які реалізуються завдяки функціонуванню підсистем загального потенціалу підприємства, та мають визначальне значення для розвитку можливостей і меж функціонування підприємства в тих чи інших умовах, представляє собою потенціал змін підприємства.*

*Розроблена загальна схема формування потенціалу промислового підприємства. Проаналізовано проблеми та перспективи розвитку потенціалу підприємства. Запропоновано підхід до стратегічного управління підприємствами з метою забезпечення конкурентоспроможності продукції та сталого розвитку підприємств. Доведено, що управління потенціалом підприємства в умовах ринкової економіки зводиться, переважно, до управління його соціально-економічним стратегічним потенціалом: до оцінки і аналізу чинників, що підвищують або знижують конкурентоспроможність підприємства, вибору і реалізації відповідної стратегії і тактики для досягнення тієї або іншої поставленої мети.*

*Ключові слова: потенціал, потенціал змін, види потенціалів.*

О.И. ГАРАФОНОВА

Киевский национальный экономический университет им. Вадима Гетьмана  
ORCID: 0000-0002-4740-7057

### **ПОТЕНЦИАЛ ИЗМЕНЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ: НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ**

*В статье приведены сущность и особенности формирования потенциала изменений промышленного предприятия. Автором представлено собственную трактовку термина «потенциал», как наличия у объекта скрытых возможностей, которые еще не проявились, или способности действовать в соответствующих сферах, а также, совокупности возможностей в любой сфере для достижения определенной цели. Выделены различные виды потенциала и предоставлена их характеристика.*

*Отмечено, что исследование потенциала изменений предприятия как сложного экономико-социального явления невозможно без изучения его внутреннего строения. При этом базовая структура потенциала изменений независимо от сферы деятельности для всех видов промышленных предприятий одинакова и зависит от уровня воплощения, уровня использования и целесообразности существования неиспользованного потенциала.*

*Многокомпонентная совокупность стратегических ресурсов промышленного предприятия, которая реализуется благодаря функционированию подсистем общего потенциала предприятия и имеет определяющее значение для развития возможностей и границ функционирования предприятия в тех или иных условиях, представляет собой потенциал изменений предприятия.*

*Разработана общая схема формирования потенциала промышленного предприятия; проанализированы проблемы и перспективы его развития. Предложен подход к стратегическому управлению предприятиями в целях обеспечения конкурентоспособности продукции и устойчивого развития предприятий. Доказано, что управление потенциалом предприятия в условиях рыночной экономики сводится преимущественно к управлению его социально-экономическим стратегическим потенциалом: к оценке и анализу факторов, повышающих или понижающих конкурентоспособность*

предприятия, выбора и реализации соответствующей стратегии и тактики для достижения той или иной поставленной цели.

Ключевые слова: потенциал, потенциал изменений, виды потенциалов.

O.I. GARAFONOVA

Vadim Hetman's National Economic University of Kyiv

ORCID: 0000-0002-4740-7057

### THE POTENTIAL OF ENTERPRISE CHANGES: SCIENTIFIC-THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE DEFINITION

*The article describes the essence and peculiarities of the formation of the potential of industrial enterprise changes. The author has given her own interpretation of the term "potential" as the existence of hidden opportunities in an object that have not yet emerged, or the abilities to function in appropriate areas, and the complex of opportunities in any sphere for achieving a specific goal. Different types of the potential are identified and their characteristics are given.*

*It is noted that the study of the potential of enterprise changes as a complex economic and social phenomenon is impossible without studying its internal structure. However, the basic structure of the potential of changes, regardless of the scope of activity for all types of industrial enterprises is the same and depends on the level of implementation, the level of use and the feasibility of the existence of untapped potential.*

*The multicomponent set of strategic resources of an industrial enterprise, which is realized due to the functioning of subsystems of the general potential of the enterprise, and which is crucial for the development of opportunities and limits of functioning of the enterprise in any conditions, corresponds to the potential of enterprise changes.*

*The general scheme for the formation of the potential of an industrial enterprise is developed; the problems and prospects of its development are analyzed. The approach to strategic enterprise management is proposed in order to ensure product competitiveness and sustainable enterprise development. It is proved that the management of enterprise potential in a market economy mainly comes down to the management of its socio-economic strategic potential: to estimation and analysis of the factors increasing or decreasing the competitiveness of the enterprise, the choice and implementation of the appropriate strategy and tactics for achieving any goal.*

*Keywords: potential, potential of changes, types of potentials.*

#### Постановка проблеми

Зростання добробуту населення України та покращення становища нашої держави на міжнародній економічній і політичній аренах на сьогодні залежить не лише від рівня промислового розвитку країни. Зростання обсягів виробленого національного продукту, збільшення експорту продукції, що відповідає міжнародним світовим стандартам та стандартам якості ISO і є конкурентоспроможною на міжнародному ринку, передусім, зумовлено наявністю стратегічного потенціалу промислових підприємств та діючими організаційно-економічними механізмами його використання та відтворення. Своєю чергою, стратегічний потенціал промислового підприємства спирається на його конкурентний потенціал, формується під впливом різних видів потенціалу, а також безпосередньо залежить від рівня розвитку потенціалу змін. Оскільки саме зміни є джерелом руху та трансформації підприємства і країни в цілому.

Поняття потенціалу закономірно та абсолютно адекватно посіло важливе місце в категорійному апараті економічної теорії. Цьому сприяли насамперед радикальні зміни в стратегічних пріоритетах глобальних організацій, серед яких зміна філософії підприємництва: замість «отримання прибутку нині» – «формування потенціалу нині», що гарантує «отримання прибутку завтра». Така філософія підприємництва є чи не єдиним можливим напрямом забезпечення стабільного економічного зростання в умовах швидкозмінного ринкового середовища.

Таким чином, основні цілі нашого наукового дослідження:

- встановити особливості формування потенціалу змін підприємства на прикладі підприємств легкої промисловості України;
- визначити пріоритетні напрями розвитку легкої промисловості України.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Оцінка рівня розвитку малого бізнесу стала предметом досліджень багатьох вітчизняних науковців. На сьогоднішній день опубліковані результати ґрунтовних наукових досліджень з цієї проблематики, у тому числі А.І. Бутенко, С.Г. Дриги, С.С. Ващаєва та ін. Проблеми методики економічного аналізу та оцінки рівня розвитку МБ в Україні на основі міжнародних співставлень лише

тільки позначені та не отримали адекватного висвітлення у науковій літературі. Теоретичним і прикладним аспектам формування потенціалу в умовах розвитку підприємств виробничої та невиробничої сфери діяльності присвячені праці О. Алімова, І. Грищенко, Ю. Гончарова, М. Денисенка, С. Захаріна, О. Левченка, І. Отенко, І. Тарасенко та ін. Проте, віддаючи належне теоретичній та практичній цінності попередніх наукових здобутків, слід відзначити необхідність проведення узагальненого методологічного системного дослідження науково-прикладних проблем оцінювання й прогнозування масштабів змін на промислових підприємствах.

#### **Формулювання мети дослідження**

Разом з тим, деякі важливі теоретичні та прикладні аспекти розвитку потенціалу змін малого та середнього бізнесу підприємств легкої промисловості України ще не дістали належного висвітлення.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Термін «потенціал» у своєму етимологічному значенні походить від латинського слова «potential» й означає «сила» або «приховані можливості», які в господарській практиці завдяки праці можуть стати реальністю. Вперше про цей термін згадано в 1924 році К.Г. Воблієм [1].

Як правило, у вітчизняній економічній літературі термін «потенціал» у широкому розумінні трактують як можливість, наявні сили, запаси, засоби, що можуть бути використані, або як рівень потужності у будь-якому відношенні, сукупність засобів, необхідних для чого-небудь [2-5]. Тлумачний словник української мови також під цим терміном розуміє «приховані здатності, сили для якої-небудь діяльності, що можуть виявитися за певних умов».

Таким чином, термін «потенціал» означає наявність у кого-небудь прихованих можливостей, які ще не виявилися, або здатності діяти у відповідних сферах. А також це сукупність можливостей в будь-якій сфері для досягнення певної мети.

Отже, виходячи з аналізу даних поняття «потенціал», зазначимо, що в такому разі потенціал – це не тільки можливості підприємства, ресурси та запаси, але й засоби, що використовуються для досягнення будь-якої мети.

Виокремлюють різні види потенціалу підприємства, а саме: виробничий, економічний, фінансовий, маркетинговий, інформаційний, техніко-технологічний, організаційний, соціальний тощо.

Спираючись на дослідження різних видів потенціалу [2-6] та підходи, що існують у вітчизняній та зарубіжній літературі, з авторської точки зору (на основі даних рис. 1) слід виділити такі: виробничий, фінансовий, маркетинговий, кадровий потенціал (або трудовий), організаційний (включаючи управлінський потенціал), інноваційний.

Виробничий потенціал підприємства – це сукупність ресурсів, наданих в її розпорядження для загальної діяльності. Кількісні та якісні параметри цих ресурсів, а також їх інтеграція визначають виробничу здатність господарської ланки.

Потенціал змін на підприємстві – це не тільки наявні для використання ресурси і можливості підприємства, а й здатність підприємства ефективно їх використовувати з синергійним ефектом в рамках реалізації інноваційної діяльності підприємства. Неповне та невміле їх застосування може призвести до нульового прибутку і до банкрутства. Тому правильне використання, оцінка складу та за необхідності реструктуризація потенціалу підприємства є досить важливими для подальшого його ефективного функціонування.

Відмітимо, що дослідження потенціалу змін підприємства як складного економіко-соціального явища неможливе без вивчення його внутрішньої будови. Базова структура потенціалу змін промислового підприємства незалежно від сфери діяльності для всіх видів однакова і залежить від рівня втілення (наявний потенціал і потенціал розвитку), рівня використання (реалізований і нереалізований потенціал) та доцільності існування невикористаного потенціалу (резерв і надлишок ресурсного фонду).

Потенціал змін підприємства – це багатокomпонентна сукупність стратегічних ресурсів промислового підприємства, які реалізуються завдяки функціонуванню підсистем загального потенціалу підприємства, та мають визначальне значення для розвитку можливостей і меж функціонування підприємства в тих чи інших умовах, навіть в умовах гострої економічної та політичної кризи країни [6].

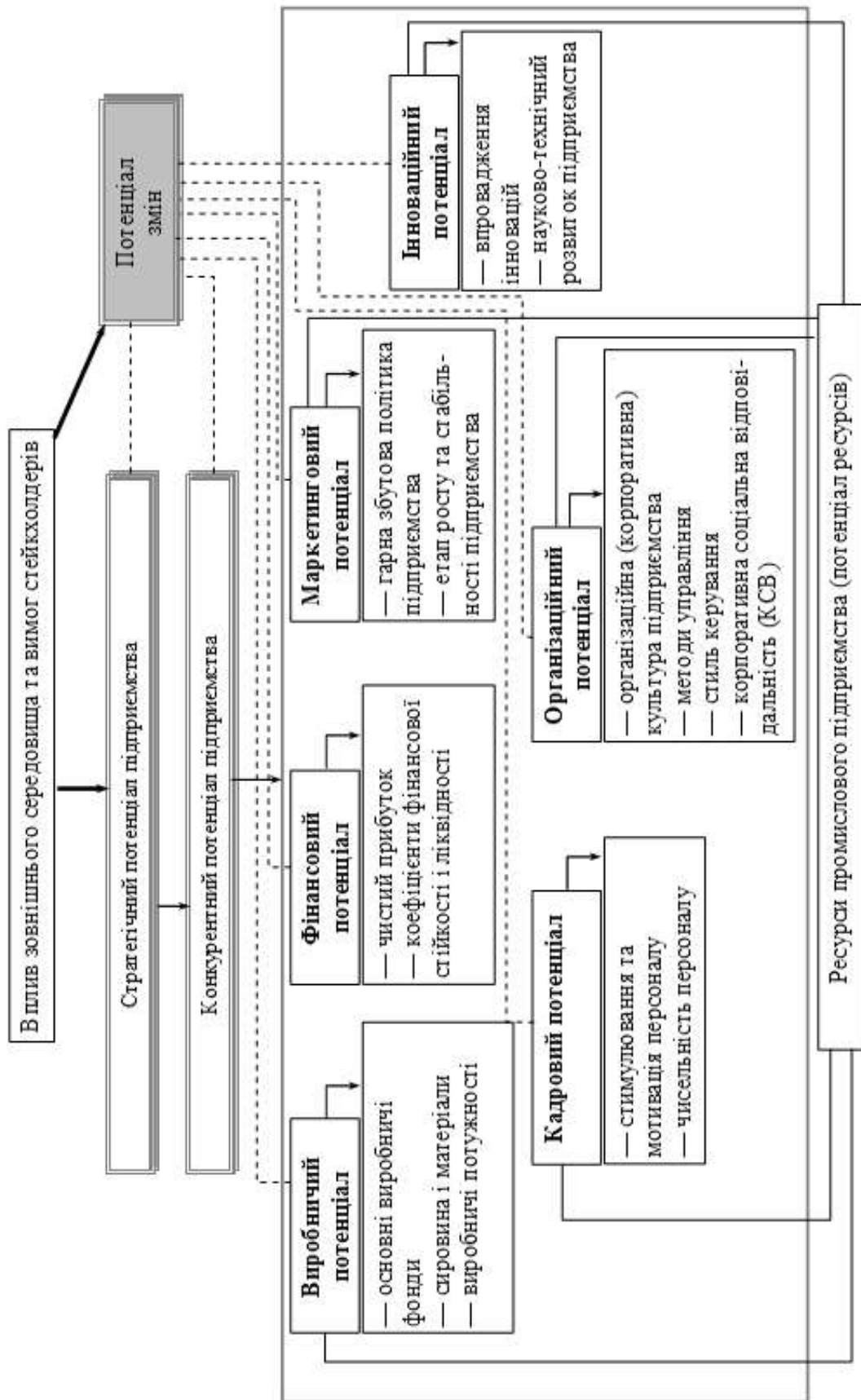


Рис. 1. Загальна схема формування потенціалу промислового підприємства\*

\* Джерело: складено та побудовано автором

### Висновки

Таким чином, управління потенціалом підприємства в цілому в умовах ринкової економіки зводиться, переважно, до управління його соціально-економічним стратегічним потенціалом (до оцінки і аналізу чинників, що підвищують або знижують конкурентоспроможність підприємства, вибору і реалізації відповідної стратегії і тактики для досягнення тієї або іншої поставленої мети). Щоб вибрати вірну стратегію для розвитку підприємства, керівникові необхідно, перш за все, знати, що являє собою конкурентний потенціал підприємства, який формує основу для його стратегічного потенціалу.

Управління як складний соціально-економічний процес виконує двоєдине завдання: формує комплексну стратегію розвитку (напрями дії на систему для зберігання її стійкості) й визначає шляхи створення механізмів реалізації цієї стратегії та конкретні методи впливу, що забезпечують досягнення поставлених цілей.

### Список використаної літератури

1. Білик М. Удосконалення методичних підходів до аналізу фінансового стану підприємства / М. Білик // Економіст. – 2001. – №11. – С. 40
2. Воронков Д.К. Методологічні засади управління стратегічними змінами в діяльності підприємства: дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.04 / Воронков Денис Костянтинович; Східноукр. нац. ун-т ім. Володимира Даля. - Луганськ, 2011. – 539 с.
3. Воронкова А.Э. Стратегическое управление конкурентоспособным потенциалом предприятия: диагностика и организация : монографія / А.Э. Воронкова – Луганск: СХУ им. В.Даля, 2004. – 314 с.
4. Олексюк О.І. Управління потенціалом акціонерних товариств (на матеріалах підприємств цементної промисловості України): автореф. ... канд. екон. наук: спец. 08.06.01 «Економіка підприємства і організація виробництва» / О.І. Олексюк. – К., 2001. – 22 с.
5. Подольська В.О. Фінансовий аналіз: Навч. посібник. - К.: Центр навчальної літератури, 2007. – 488 с.
6. Гарафонова О.І. Управління змінами: теорія, методологія та практика. Одноосібна монографія. // К.: КНУТД, 2014. – 364 с.

### References

1. Bilyk M. Udoskonalennia metodychnykh pidkhodiv do analizu finansovoho stanu pidpriemstva // Ekonomist. – 2001. – №11. – 40 p.
2. Voronkov D.K. Metodolohichni zasady upravlinnia stratehichnymy zminamy v diialnosti pidpriemstva: dys. ... d-ra ekon. nauk : 08.00.04 / Voronkov Denys Kostiantynovych; Skhidnoukr. nats. un-t im. Volodymyra Dalia. - Luhansk, 2011. – 539 p.
3. Voronkova A.E. Stratehycheskoe upravlenye konkurentosposobnym potentsialom predpriyatya: diahnostyka y orhanyzatsiya : monohrafiia / A.E. Voronkova. – Luhansk : SNU ym. V.Dalia, 2004. – 314 p.
4. Oleksiuk O.I. Upravlinnia potentsialom aktsionernykh tovarystv (na materialakh pidpriemstv tsementnoi promyslovosti Ukrainy): avtopref. ... kand. ekon. nauk: spets. 08.06.01 «Ekonomika pidpriemstva i orhanizatsiia vyrobnytstva» / O.I. Oleksiuk. – Kyiv, 2001. – 22 p.
5. Podolska V.O. Finansovyi analiz: Navch. posibnyk. - Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 2007. – 488 p.
6. Harafoнова O.I. Upravlinnia zminamy: teoriia, metodolohiia ta praktyka. Odnoosibna monohrafiia. // Kyiv: KNUTD, 2014. – 364 p.

УДК 332

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.31](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.31)

O. KUDRINA

Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko

ORCID: 0000-0002-7364-1998

## INFLUENCE OF INFORMATION NETWORK INFRASTRUCTURE ON THE DEVELOPMENT OF THE MODERN ECONOMY

*The issues of the influence of information technologies on the socio-economic processes of the state in the conditions of institutional transformations are examined. The trends for the development of Ukrainian information technology market are investigated. The basic problems and obstacles for the rapid informatization of Ukrainian society are established. The main information technologies that influence an economic development and modern social transformations are considered. The prospects and main directions of the movement of the national information network infrastructure and its integration into the world market are revealed.*

*The study of the impact of information technologies on the socio-economic processes of the state makes it possible to identify the system of phenomena and problems that are caused by the growth of the dynamics of social processes in the information sphere, the intensification of the use of information resources, the intensification of the processes of globalization of the information sector of the state as a factor of institutional transformation. The information sector of the national economy is of great importance for a modern socio-economic development of the state, especially in the context of building an information society. Solution of a number of problems that hinder the development of this sector will make it possible not only to meet the information needs of society, business entities and various sectors of the economy, but also to increase the competitiveness of the country and strengthen the economic position of Ukraine in the world.*

*Keywords: information technologies, information network economy, market, network.*

О.Ю. КУДРИНА

Сумський державний педагогічний університет ім. А.С. Макаренка

ORCID: 0000-0002-7364-1998

## ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ НА РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ ЕКОНОМІКИ

*Розглядаються питання впливу інформаційних технологій на соціально-економічні процеси держави в умовах інституційних перетворень. Досліджено тенденції розвитку українського ринку інформаційних технологій. Встановлено основні проблеми та перешкоди для швидкої інформатизації українського суспільства. Розглянуто основні інформаційні технології, що впливають на економічний розвиток і сучасні соціальні перетворення. Розкрито перспективи та основні напрямки руху інфраструктури національної інформаційної мережі та її інтеграції в світовий ринок.*

*Вивчення впливу інформаційних технологій на соціально-економічні процеси держави дозволяє виявити систему явищ і проблем, які, як правило, обумовлені зростанням динаміки соціальних процесів в інформаційній сфері, інтенсифікацією використання інформаційних ресурсів і процесів глобалізації інформаційного сектора держави як фактора інституційної трансформації. Інформаційний сектор народного господарства має велике значення для сучасного соціально-економічного розвитку держави, особливо в контексті побудови інформаційного суспільства. Рішення ряду проблем, які заважають розвитку цього сектора, дозволить не тільки задовольнити інформаційні потреби суспільства, господарюючих суб'єктів і різних секторів економіки, а й підвищити конкурентоспроможність країни і зміцнити економічні позиції України в світі.*

*Ключові слова: інформаційні технології, інформаційна мережева економіка, ринок, мережа.*

О.Ю. КУДРИНА

Сумской государственной педагогический университет им. А.С. Макаренка

ORCID: 0000-0002-7364-1998

## ВЛИЯНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ НА РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

*Рассматриваются вопросы влияния информационных технологий на социально-экономические процессы государства в условиях институциональных преобразований. Исследованы тенденции развития украинского рынка информационных технологий. Установлены основные проблемы и*

препятствия для быстрой информатизации украинского общества. Рассмотрены основные информационные технологии, влияющие на экономическое развитие и современные социальные преобразования. Раскрыты перспективы и основные направления движения инфраструктуры национальной информационной сети и ее интеграции в мировой рынок.

Изучение влияния информационных технологий на социально-экономические процессы государства позволяет выявить систему явлений и проблем, которые, как правило, обусловлены ростом динамики социальных процессов в информационной сфере, интенсификацией использования информационных ресурсов и процессов глобализации информационного сектора государства как фактора институциональной трансформации. Информационный сектор народного хозяйства имеет большое значение для современного социально-экономического развития государства, особенно в контексте построения информационного общества. Решение ряда проблем, которые мешают развитию этого сектора, позволит не только удовлетворить информационные потребности общества, хозяйствующих субъектов и различных секторов экономики, но и повысить конкурентоспособность страны и укрепить экономические позиции Украины в мире.

Ключевые слова: информационные технологии, информационная сетевая экономика, рынок, сеть.

### **Formulation of the problem**

The modern stage of civilizational development is characterized by the rapid development of information technologies that cover all spheres of human activity, create opportunities for increasing the efficiency of production, radically change the mechanisms of the functioning of many institutions, states. Influenced by new information technologies, extensive production turns intensive, the division of labor and technology management undergo radical changes. The development of information technologies creates fundamentally new opportunities for modern social transformations.

On the intellectual resources, knowledge-intensive and information technologies the modern global (informational) economy is based, the essence of which lies in the qualitatively new innovation-technological level of all its sectors, including the active productive forces of society.

### **Analysis of recent research and publications**

Issues of the formation of the information and network society, primarily of the economy in the global and national dimensions, are considered in the works of S. Piiga, V. Sandughea, I. Sedikova, L. Fedulova, M. Tchaikovsky and others. However, in our opinion, there are not enough systematic studies concerning the importance of information technology and prospects for its development in Ukraine.

### **The purpose of the article**

The purpose of the article is to study trends in the development of the Ukrainian information technology market, to identify the main problems and barriers for the rapid informatization of Ukrainian society, as well as to identify the prospects and main directions of the movement of the national information network infrastructure and the possibility of its integration into the world market.

### **Presentation of the main material**

The world increasingly ceases to be systematically unified. Progressive dominance of individual preferences causes the growing complexity of economic relations. On the basis of the mechanisms of the electronic communication system, communicative rationalism prevails - temporal barriers and infinity of space are instantly overcome: "time" ceased; "Space" disappeared [5].

Information network data bases economic relations primarily on the basis of horizontal, rather than vertical articulation, it is invariant with respect to hierarchical constancy of macroeconomic relations. At the same time, modern geo-economic bifurcations create a growing need for information development and ordering of unprecedentedly diverse microeconomic relations. At the same time, organizational management networks within national economies, as well as in the planetary dimension, require fundamental changes [7].

Modern developed countries are paying a lot of attention to the development of information communication technologies. Unfortunately, Ukraine's share in the global IT market is extremely small, and the level of infrastructure development in this industry is low. Therefore, special attention should be given to the experience of foreign states, which have managed to make a "breakthrough in development" in recent decades. In particular, Singapore, Finland, Sweden, Ireland, Israel, China, South Korea, Malaysia, and Taiwan have overcome the "digital divide" by means of well-developed and realistic strategies for the development of the information society in these countries.

The experience of these countries shows that in the process of formation of national informatization, at the level of legislation, the problem of ensuring the widespread use of information technology in all spheres of society's life should be put on a par with other major issues - poverty reduction, quality of education and health care, etc.



Domestic information technology market is in the stage of active formation. In particular, the company's computerization market is expanding, the Internet access network is expanding, and a perceptible increase in the export of Ukrainian software products and technology services is noted.

As illustrated by statistics, the IT industry in the world has grown by an average of 10% per year over the past few years. Even during the global financial crisis of 2008, analysts at Gartner (a leading global research and consulting company in the field of information technologies) not only called Ukraine one of the top 30 countries for IT outsourcing, but also added it to the top three economically attractive countries in the EMEA region.

It should be noted that of the 13 EMEA countries that reached the top 30, all except Morocco and Ukraine showed a drop in IT exports. Ukraine was represented by seventh of the top ten market leaders in Central and Eastern Europe. Five of them are members of the Association "IT Ukraine". In addition, Ukraine received the ITO Destination of the Year 2011 title from the Outsourcing Center, a leading industry web resource that brings together outsourcing, best practices and founder of the Outsourcing Excellence Awards [7].

Accordingly, in 2011, a significant jump in the industry occurred in Ukraine itself (in particular, in 2009-2011, the volume of exports of software products of Ukraine doubled, of which 70% was directed to the American market) - IT Association of Ukraine successfully lobbied the bill for support IT companies that was adopted as a law "On State Support to the Development of the Software Industry" in 2012. Information from the World Bank for 2011 confirms the fairness of analysts' high appraisal. IT exports reached \$ 1,275 million, equivalent to 35% annual growth [1].

According to the World Information Technology Report (2016) published by the World Economic Forum, Ukraine ranked 64th among 139 countries in terms of information and communication technology development this year. The basis of the rating assessment is the Networked Readiness Index 2016, which determines the level of information communication technologies (ICTs) development in the countries of the world [10].

According to Global Tech Market Outlook, in 2016, the global telecommunications market grew by 4.5%. The largest development of telecommunications to date is observed in the United States. The growth rate of the telecommunications market in 2016 was at 5.1%. According to analysts, this indicator will reach 5.9% in 2017. Individual growth rates of telecommunications use are observed throughout the world map. By the end of 2016, India, Mexico, Sweden, China, Poland, Israel had a 6% growth in the telecommunications market, while in Canada, Australia, South Korea, and most other European countries, this indicator grew much slower. According to analysts' forecasts, in 2017, the countries of Latin America and Eastern Europe can become leaders in this market. As for countries such as Japan, Brazil and South Africa, the telecommunications market is almost not developing or is at a sustainable level [6].

Analyzing the revenues of the telecommunications market of Ukraine, it should be noted that in Ukraine for 2016, revenues from the provision of telecommunications services amounted to 56.96 billion UAH, which is 25.26 billion UAH more than in 2006, that is almost half [3]. This testifies to the rapid growth of the significance of the telecommunication services market not only in the world but also in Ukraine. The main segments of the telecommunications market are mobile communications, Internet communications, fixed telephony and leading Internet communications channels. The analysis of trends in the global telecommunications market allows us to conclude that mobile communications are the fastest growing leading segment. In 2016, the average mobile communications service in the world was used by almost 97 people out of 100, indicating the huge demand from users for this type of service. According to experts' forecasts, in the world per 100 inhabitants from 2017 to 2020 there will be a rapid increase in the use of Internet communications, and the use of mobile communications, fixed-line mobile communications and leading Internet communication channels will remain relatively stable. levels [8].

According to InternetLiveStats data for 2016, the rating of 20 countries of the world is represented by the share of Internet users. The first place in this rating is United Kingdom with a population of 65 million people, of which 92.6% use the Internet. Unfortunately, Ukraine ranked 17th in the ranking with Mexico and the Philippines [14].

In Ukraine and in the world, the need for broadband access to the Internet is constantly increasing. Thus, the number of fixed-line subscribers in the world in 2016 amounted to 884 million, an increase of 8% compared with 820 million in 2015, and it is expected that by 2019, the number of users will increase to 1 billion. In connection with the increase in the significance of SDA in In 2011, the UN recognized in its report the right to broadband Internet access as the basic human right [4].

The main segments of the telecommunications market in Ukraine were and remain fixed-line telephony, mobile communications and Internet access, the total share of which in the total revenue from the provision of telecommunication services for 2016 amounted to 80.3%.

During the last four years, Ukraine has been experiencing a tendency to increase revenues from provision of mobile communication services and services providing access to the Internet. In the period from 2013 to 2016, revenues from the provision of mobile communication services increased by 3111 million UAH,

and from the provision of Internet services by 3669 million UAH. Consumer use of fixed telephony services decreased by 1535 million UAH. This suggests that mobile communications are gradually replacing the fixed telephony market in the telecommunications market.

According to Forbes, the list of the 200 largest companies in Ukraine includes 4 companies providing telecommunication services: PrJSC "Kyivstar", PrJSC "MTS Ukraine" ("Vodafone"), PrJSC "Ukrtelecom" and the PrJSC "Astelit" ("Lifecell") [15].

"Kyivstar" has been and remains the leader in providing telecommunication services. Although the company's profit compared to 2012 in 2016 fell by 1188 million UAH, it continues to lead due to the large part of the market served. "MTS-Ukraine" (Vodafone) does not lose its position on the market either; the company received the largest profit in 2014 in the amount of 3759.34 million UAH thanks to the introduction of new and very user-friendly tariff plans. As for "Ukrtelecom", this telecommunication company received the largest profit in the amount of 444.42 million UAH in 2015 as a result of the introduction of wireless Internet in Ukraine on the market of telecommunication for conditions which are very favorable for consumers. From 2012 to 2015, "Astelit" received losses from its activities. However, after the company changed not only its name to "Lifecell", but also the format of its services, the company's profits in 2016 amounted to 928.3 million UAH. [8].

But the IT industry in Ukraine is developing unevenly. For example, with the development of the Internet, Ukraine is among the leaders, with computerization - in the first twenty. In the field of software, Ukraine is still largely inferior to foreign achievements. Payment systems are still weakly automated in Ukraine. The introduction of software is a direct way to transparent conduction of all financial transactions. However, there are spheres whose automation has been quite active over the past year or two. For example, e-ticket sales became the norm. The tendency to transfer software to the Internet gains momentum. Companies give third parties storage of their databases, while gaining access to them via the Internet. Though, with the convenience of the company, they also receive risk - their information becomes accessible to other interested parties. Consequently, the development of information technology not only promises GDP growth in countries where the industry is actively developing, but also means that modern business must learn to live in new conditions of digital transparency.

The main criteria of the information society are: the quantity and quality of the information in circulation, the efficiency of its transmission and processing, the availability of information for everyone [9]. In Ukraine, there are 66.5 thousand business entities of various forms of ownership, which carry out activities in the field of communication and information. This is stated in the annual report of the National Commission, which carries out state regulation in the field of informatization and communication. At the same time, 280 thousand 400 people work in the field of communication and informatization. In general, ICT workers account for 13% of the average number of service providers, while 33% of IT employees employed in the creation, sale and maintenance of software products designed for customers abroad and for corporate users within the country. This is supported by significant competitive advantages of Ukrainian IT specialists, in particular: the price factor (the salary of Ukrainian programmers can be compared with the income of the Indian and in relation to the American one is 1: 7, while the prices for services from developers from Eastern Europe, on the contrary, are closer to the pan-European ones); a wide spectrum of technological competencies that allows flexible implementation of IT projects of increased complexity (much more complex than Chinese ones); the performers have novelties and a base for the implementation of complex science-intensive projects and provide a shorter period of product release to the market, with flexibility in the use, distribution and interchange of resources, as well as cultural and geographical proximity to Europe [13].

The development of information technology has led to a new turn in the development of the economy. Today, the competitiveness of the economy depends on the ability to use new technologies. Consider the main information technologies that affect economic development and modern social transformations:

Firstly, this is the direction for creating new jobs. The IT sector is and will remain one of the largest employers. For example, in the United States alone, computer and information technology jobs are expected to grow by 22% by 2020, creating 758,800 new jobs.

Secondly, a significant contribution to GDP growth. The results of different countries confirm the positive impact of IT on economic growth. By way of illustration, an increase in the penetration of broadband by 10% is due to an increase of 1.4% GDP growth in emerging markets. In China, this figure can reach 2.5%. Doubling the use of mobile data caused by the increase in 3G connectivity increases GDP per capita and growth rates by 0.5% on a global scale. The Internet accounts for 3.4% of the total GDP in some countries. Also, e-commerce plays an important role.

Thirdly, the emergence of new types of services and industries. Numerous public services have become available online and through mobile phones. Switching to cloud computing is one of the key areas for modernization. IT created the emergence of an entirely new sector in the industry. Studies show that in 2011 Facebook created more than 182,000 jobs, and that the cost of Facebook exceeds 12 billion.

Fourthly, the transformation of labor resources. New "microwork" platforms developed by companies as freelancers. Microwork platforms allow entrepreneurs to significantly reduce costs and gain access to skilled

workforce. In 2012, freelancers alone registered more than 3 million which performed 1.5 million tasks. This has led to the development of online payment systems. IT also contributed to the growth of entrepreneurship, which provides access to best practices, legal and regulatory information, marketing and investment resources.

Fifthly, it is business innovation. In the countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), over 95% of enterprises have Internet access. The Internet provides them with new ways to find customers and compete for a significant market share. Over the past few years, social media has proven to be a powerful marketing tool. ICT tools used in companies help to optimize business processes and increase the efficiency of work. Information and communication technologies have become the main driver of the economic development of any state in the modern global world. Due to the development of IT, almost all sectors of the economy are growing intensively, production and business processes are simplified and accelerated, huge amounts of information are rapidly accumulated and processed instantly, enabling the creation and development of new industries in the economy and in science and technology. ICTs make it easier for users to access the latest databases, enabling the latter to acquire new knowledge and skills, and enhance their own professionalism.

#### Conclusions

Thus, the study of the impact of information technology on the socio-economic processes of the state allows to identify a system of phenomena and problems that are due, as a rule, to the growth of the dynamics of social processes in the information sphere, the intensification of the use of information resources, the intensification of the processes of globalization of the information sector of the state as a factor of institutional transformation. The information sector of the national economy is of great importance for the modern socio-economic development of the state, especially in the context of building an information society. Solving a number of problems that hinder the development of this sector will allow not only to meet the information needs of society, business entities and various sectors of the economy, but also to increase the competitiveness of the country and strengthen the economic position of Ukraine in the world.

#### References

1. Babanin O. Statistics on the development of the IT market in the USA, Ukraine and the world / O. Babanin//Statistics of Ukraine. – 2013. – № 1. – P. 22-27. – Access mode: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/su\\_2013\\_1\\_6.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/su_2013_1_6.pdf).
2. Vinnichuk R., Sklyaruk T. Features of the IT market development in Ukraine: state and trends; file:///D:/olya/Downloads/VNULPL\_2015\_833\_3.pdf
3. Report on the work of the National Commission, which carries out state regulation in the field of communication and information for 2016. Access mode: <http://nkrzi.gov.ua/index.php?r=site/index&pg=99&id=1009&language=uk11>. Gartner: Hype
4. Green book "Regulation of the market of fixed broadband access to the Internet" Access mode: [http://cdn.regulation.gov.ua/e9/94/e3/af/regulation.gov.ua\\_%D0%97%D0%95%D0%9B%D0%95%D0%9D%D0%9A%D0%9D%D0%98%D0%93%D0%90\\_%D0%A8%D0%A1%D0%94.5.pdf](http://cdn.regulation.gov.ua/e9/94/e3/af/regulation.gov.ua_%D0%97%D0%95%D0%9B%D0%95%D0%9D%D0%9A%D0%9D%D0%98%D0%93%D0%90_%D0%A8%D0%A1%D0%94.5.pdf)
5. Kulinich O. Directions of ICT-sphere development in ensuring an adequate level of competitiveness in the international IT services market / O. O. Kulinich, S. V. Voitko // Economy. Management. Innovations – 2014. – № 1. – Access mode: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eui\\_2014\\_1\\_60.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eui_2014_1_60.pdf).
6. Ladichenko K., Tronko V. "Modern trends in the development of the world market for information and communication services" / K. I. Ladichenko, V. V. Tronko - Dnipropetrovsk: Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, 2014
7. Litvin A. Features of the development of information technology / A. E. Litvin // Current problems of the economy. – 2011. – No. 11. – P. 300-307.
8. Lyakh Y., Kasyanova N. Priority directions of the telecommunications market development in Ukraine. – Access mode: [http://www.market-infr.od.ua/journals/2017/7\\_2017\\_eng.12.pdf](http://www.market-infr.od.ua/journals/2017/7_2017_eng.12.pdf)
9. Pyrih S. Information Technologies and their Usage at Ukrainian Enterprises / S. O. Pyrih, O. A. Nuzhna // Economic Forum. – 2014. – No. 3. – P. 190-195. – Access mode: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecfor\\_2014\\_3\\_30.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecfor_2014_3_30.pdf).
10. Ukraine's Rating Estimates according to the Network Readiness Index 2016. <http://edclub.com.ua/analytika/rejtyngovi-ocinky-ukrayiny-za-indeksom-merezhevoyi-gotovnosti-2016>
11. Sandugey V. The Influence of Information and Communication Technologies on the Development of the Ukrainian Labor Market / V. Sandooge // Ukraine: Aspects of Labor. – 2014. – No. 1. – P. 29-34.
12. Sedikova I. Modern state of development of Ukrainian telecommunication space / I. O. Sedikova, D. V. Sedikov // Economy of the food industry. – 2014. – No. 4. – P. 74-78. – Access mode: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/echp\\_2014\\_4\\_13.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/echp_2014_4_13.pdf).
13. Tchaikovska M. Strategies of development of the IT market of Ukraine in the conditions of the financial crisis / M. P. Tchaikovska // Bulletin of social and economic research / Collected works of sciences. Whip № 35, 2009. – Odessa: ODEU, 2009. – P. 132-138.

14. InternetLiveStats: Internet users by country (2016). – Access mode: <http://www.internetlivestats.com/internet-users-by-country/>
15. Forbes Ukraine: 200 largest companies. – Access mode: <http://forbes.net.ua/ua/ratings/3>

УДК 339.13

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.32](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.32)

А.В. ТАРАСЮК

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-7765-502X

Г.А. ЛІСКОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-7577-6028

## СТАН, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ В УКРАЇНІ

*У роботі досліджено проблеми розвитку підприємств комунальної сфери в Україні. Встановлено, що найбільш вагомими проблемами галузі є: тарифна політика (підприємства комунальної сфери є природними монополістами і свою діяльність здійснюють під жорстким контролем органів місцевого самоврядування та держадміністрації, тарифи цих підприємств більше реагують на розмір витрат, ніж на рівень попиту, державою встановлюються тарифи, що не покривають витрат підприємств галузі, у більшості випадків при встановленні тарифів не враховується можливість подальшого розвитку підприємств, у тарифи практично не закладаються витрати на капітальний ремонт і модернізацію основних засобів, або недостатні обсяги); застаріла матеріально-технічна база; значна ступінь зносу основних фондів; застосування застарілих технологій, які передбачають використання великої кількості працівників, для обслуговування технологічних процесів; випереджуюче зростання вартості енергоносіїв та значне зростання обсягів дебіторської заборгованості. Вирішенню проблем підприємств комунальної сфери буде сприяти технічне оновлення, широке використання інноваційних технологій, автоматизація виробничих процесів. Головною проблемою оновлення матеріально-технічної та технологічної бази комунальних підприємств залишається невизначеність джерел фінансування необхідних витрат. Оскільки основним джерелом фінансування інвестицій є власні кошти, важливим є забезпечення стабільного фінансового стану підприємств які на сьогодні є збитковими. Система фінансування і тарифна політика підприємств комунальної сфери в сучасних умовах невизначеності економічного середовища повинна забезпечити поступовий перехід на бездотаційний, самоокупний принцип роботи. Всі перелічені заходи можливо здійснити удосконалюючи механізм залучення прямих іноземних інвестицій, коштів місцевих бюджетів та приватних інвесторів.*

*Ключові слова: підприємства водопровідно-каналізаційного господарства, управління витратами, технічне переозброєння, інноваційні підходи, нові технології, автоматизація виробничих процесів.*

А.В. ТАРАСЮК

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0001-7765-502X

Г.А. ЛІСКОВА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-7577-6028

## СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОММУНАЛЬНОЙ СФЕРЫ В УКРАИНЕ

*В работе исследованы проблемы развития предприятий коммунальной сферы в Украине. Определено, что наиболее значительными проблемами отрасли являются: тарифная политика (предприятия коммунальной сферы являются естественными монополистами и свою деятельность осуществляют под жестким контролем органов местного самоуправления и госадминистрации, тарифы этих предприятий в большей степени реагируют на размер затрат, чем на уровень спроса, государством устанавливаются тарифы, которые не покрывают затрат предприятий отрасли, в большинстве случаев при установлении тарифов не учитывается возможность дальнейшего развития предприятий, в тарифы практически не заложены затраты на капитальный ремонт и модернизацию основных средств; устаревшая материально-техническая база и значительная степень износа основных фондов, использование устаревших технологий, предусматривающих использование большого количества работников, для обслуживания технологических процессов; опережающий рост стоимости энергоносителей и значительный рост объемов дебиторской задолженности. Решению проблем предприятий коммунальной сферы будет способствовать техническое перевооружение, широкое использование инновационных технологий, автоматизация производственных процессов. Главной проблемой обновления материально-технической та технологической базы коммунальных предприятий*

остається неопределенность источников финансирования необходимых затрат. Поскольку основным источником финансирования инвестиций являются собственные средства, важным условием является обеспечение стабильного финансового состояния предприятий, которые сегодня являются убыточными. Система финансирования и тарифная политика предприятий коммунальной отрасли в современных условиях неопределенности экономической среды должны обеспечить постепенный переход на бездотационный, самоокупающийся принцип работы. Все перечисленные мероприятия можно осуществить усовершенствуя механизм привлечения прямых иностранных инвестиций, средств местных бюджетов и частных инвесторов.

*Ключевые слова:* предприятия водопроводно-канализационного хозяйства, управление затратами, техническое перевооружение, инновационные подходы, новые технологии, автоматизация производственных процессов.

A.V. TARASIUK  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0001-7765-502X  
G.A. LISKOVA  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-7577-6028

### STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF COMMUNAL SPHERE ENTERPRISES IN UKRAINE

*The problems of development of communal enterprises in Ukraine are investigated. It is established that the most important problems of the industry are: tariff policy (utility companies are natural monopolists and their activities are carried out under the strict control of local governments and state administration, tariffs of these enterprises are more responsive to the amount of costs than the level of demand, the state sets tariffs that they do not cover the costs of the enterprises of the industry, in most cases the tariff setting does not take into account the possibility of further development of the enterprises; into recruiting for overhaul and modernization of fixed assets or insufficient); outdated material and technical base; significant deterioration of fixed assets; the use of outdated technologies, which involve the use of large numbers of employees, to service technological processes; anticipatory growth in energy costs and a significant increase in accounts receivable. Technical problems, widespread use of innovative technologies, and automation of production processes will contribute to solving problems of enterprises of the communal sphere. The main problem of updating the material and technical and technological base of public utilities remains the uncertainty of sources of financing the necessary expenses. Since equity is the main source of investment financing, it is important to ensure a stable financial position for businesses that are currently unprofitable. The system of financing and tariff policy of utilities in the current environment of uncertain economic environment should ensure a gradual transition to a non-subsidized, self-sustaining working principle. All of these measures can be implemented by improving the mechanism of attracting foreign direct investment, local budgets and private investors.*

*Keywords:* water supply and sewage enterprises, cost management, technical re-equipment, innovative approaches, new technologies, automation of production processes.

#### Постановка проблеми

Сьогодні комунальні підприємства займають значну частку в матеріальному забезпеченні щоденних потреб людини, однак щорічно спостерігається погіршення показників ефективності їх господарської діяльності та відповідно зниження якості послуг, що надаються населенню. Саме тому виникає гостра необхідність проведення ґрунтовного всебічного аналізу для визначення причин та заходів для усунення їх негативного впливу з метою налагодження ефективної і прибуткової роботи комунальних підприємств та відповідно поступове формування соціально орієнтованої економіки нашої держави.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій дали змогу встановити, що теоретико-методологічні засади житлово-комунального господарства сьогодні досліджуються багатьма провідними фахівцями як України, так і зарубіжжя. Серед них слід відзначити методологічні розробки В. М. Бабаєва, Д. Т. Бікулова, Б. В. Бабіна, В. М. Вакуленка, Б. М. Данилишина, А. О. Дегтяра, О. І. Дзядь, О. В. Долгальової, В. В. Дорофійенка, А. А. Дроня, Д. В. Ісаєнка, Т. М. Качала, Ю. В. Ковбасюка, С. В. Корнійчука, Г. О. Крамаренко, С. Г. Кравченка, В. П. Кукси, В. М. Лобаса, В. І. Логвиненка, І. М. Осипенка, В. І. Пили, О. С. Поважного, О. Ю. Попова, О. Т. Рибалко, М. В. Руля, Г. М. Семчука, Т. М. Строкань, Д. М. Стеценка, Р. М. Сиротюка, Ю. Г. Хівріча, В. В. Хомякова та ін. Розробки українських авторів не завжди є послідовними, містять певні протиріччя і не забезпечують практикам достатнього вибору реальних інструментів управління витратами на підприємстві. Характерним для підприємств комунальної сфери

стало постійне обмеження ресурсів і досягнення запланованої ефективності потребує постійного зіставлення витрат і отриманих результатів. Ця проблема посилюється під впливом інфляції, коли дані про виробничі затрати необхідно повсякденно звіряти з даними майбутніх затрат, які залежать від впливу зовнішнього середовища. У сучасних умовах систематичного зростання цін і тарифів на всі види ресурсів необхідно усвідомити, що лише грамотне та раціональне ставлення до витрат дозволить досягнути зростання економічної ефективності діяльності підприємства.

#### Формулювання мети дослідження

Метою і завданням дослідження є аналіз сучасного стану підприємств галузі ВКГ, здійснення пошуку шляхів підвищення економічної ефективності роботи та обґрунтування процесів реформування підприємств галузі, а також розробка заходів для забезпечення стабільного фінансового стану підприємств ВКГ.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Характерною рисою більшості комунальних підприємств є те, що вони не виробляють продукції, матеріалізованої в предметах зовнішнього світу. Їх виробнича діяльність спрямована на надання населенню тих або інших послуг (транспортних, технічних, санітарно-гігієнічних і т. п.).

Водопровідно-каналізаційні підприємства є складовою частиною житлово-комунального господарства міст і селищ, що забезпечують населення, підприємства і організації питною водою та разом з цим здійснюють відведення стоків з каналізаційних об'єктів за межі міських територій. Централізованими системами водопостачання забезпечені всі міста України і 89% селищ міського типу. Системи централізованого водовідведення мають 94% міст і 46% селищ. Підприємства водопровідно-каналізаційного господарства є природними монополістами і свою діяльність здійснюють під жорстким контролем органів місцевого самоврядування та держадміністрації. Тарифи цих підприємств більше реагують на розмір витрат, ніж на рівень попиту.

Кількість підприємств в Україні, які надають послуги з централізованого водопостачання та/або з водовідведення, у 2018 році становила 6109, з них 2903, або 47,5% – комунальної власності, 7,6% – державної власності і 44,8% – приватної власності. З цих підприємств 42,7% – спеціалізовані, 40,2% – багатогалузеві та 16,1% – відомчі (рис. 1).

Потужності комунальних та відомчих водопроводів складають понад 14,3 млн. м<sup>3</sup> на добу, що забезпечує середньодобове водоспоживання на 1 одного міського мешканця в обсязі 326 літрів. Близько 30% загального водоспоживання задовольняється за рахунок підземних джерел.

Експлуатується понад 67,4 тис. км водопровідних мереж і водоводів, 25,7 тис. км каналізаційних мереж і колекторів. З них майже 20% з амортизовано, в аварійному стані знаходиться 4,5 тис. км водопровідних і 1,45 тис. км каналізаційних мереж. Найгірший технічний стан основних фондів підприємств ВКГ у Донецькій, Луганській областях.

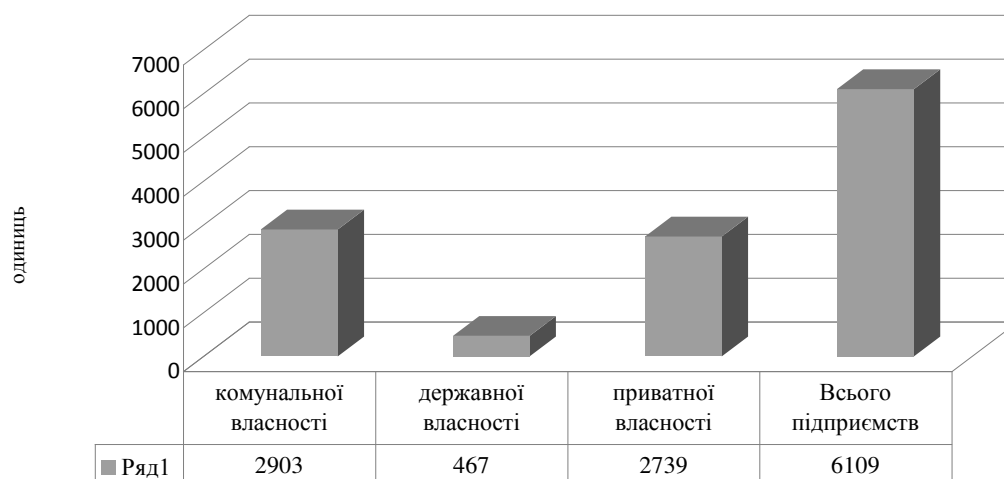


Рис. 1. Кількість підприємств централізованого водопостачання та/або водовідведення за формою власності в Україні

Головною проблемою оновлення водопровідної мережі залишається невизначеність джерел фінансування необхідних витрат. Оскільки основним джерелом фінансування інвестицій є власні кошти, важливим є забезпечення стабільного фінансового стану підприємств ВКГ, які на сьогодні є збитковими.

Пошук коштів на модернізацію обладнання є надзвичайно важливим завданням при підвищенні інноваційного потенціалу комунальних підприємств. Виконання цього завдання можливе за рахунок

здійснення фінансових заходів, що забезпечують беззбиткове функціонування підприємств комунального господарства, а також завдяки забезпеченню додаткових надходжень коштів у вигляді позик (в тому числі і від МФО), грантів, фінансової допомоги з боку загальнодержавних та місцевих органів влади, інвестицій приватних осіб, тощо.

Господарство функціонує збитково і з кожним роком фінансова ситуація галузі погіршується. Так у 2019 році підприємства сфери отримали збитки у сумі 1,3 млрд. гривень, що на 22,2% більше порівняно з відповідним періодом 2018 року. Дебіторська заборгованість збільшилась на 1 млрд. грн., а кредиторська – на 3,4 млрд. грн.

В комунальній галузі існує недосконала система тарифоутворення, яка призводить, насамперед, як до великої асиметрії між тарифами різних регіонів, так і до невідшкодування населенням собівартості послуг, а підприємствами – перевищення тарифу над собівартістю в 2-3 рази (табл. 1).

Таблиця 1

**Асиметрія тарифів на послуги водопостачання та водовідведення в Україні**

Послуги	Значення	Затверджені тарифи з ПДВ, м <sup>3</sup>		Рівень відшкодування затвердженими тарифами фактичної собівартості	
		Для населення	Для комерційних споживачів	Для населення	Для комерційних споживачів
Водопостачання та водовідведення	max	Запоріжжя (4,48)	Полтава (11,96)	Запоріжжя (100%)	Вінниця (341,8%)
	min	Вінниця (1,44)	Житомир (2,75)	Вінниця (61,2%)	Львів (98,8%)
Асиметрія	max/min	3,11	4,35	1,63	3,46

Головною проблемою у цій сфері залишається несвоєчасний перегляд тарифів на комунальні послуги для населення та затвердження їх місцевими органами влади на рівні нижчому, ніж витрати на їх надання.

Система фінансування галузі і тарифна політика в нових умовах повинна забезпечити поступовий перехід на бездотаційний, самоокупний принцип роботи. Обов'язковою умовою проведення житлово-комунальної реформи є зміна тактики ціноутворення, а саме: перехід від простого підвищення тарифів на воду і водовідведення до поступової диференціації цих тарифів з урахуванням реальних доходів громадян, фактичних витрат виробників житлово-комунальних послуг та якості наданих послуг.

Водопровідно-каналізаційне господарство є найбільш енергоємним споживачем електроенергії в галузі житлово-комунального господарства – майже 7,2 млрд. кВт. год, що становить близько 4% від загальної кількості споживання електроенергії в Україні. В той же час, внаслідок незадовільного технічного стану мереж та насосного обладнання, роботи насосних станцій в неоптимальному режимі, втрачається близько 25% електроенергії, що споживається. Питомі витрати енергоресурсів на 1 куб. м поданої води становлять у середньому 1,0 кВт/год, а в окремих областях значно перевищують цей показник.

Загалом факторами збільшення собівартості послуг водопостачання слід вважати зростання ціни на паливо, електроенергію, покупну воду та ін., про що свідчить рис. 2, на якому представлена типова структура собівартості послуг водопостачання на комунальних підприємствах України.

Функціональні і фінансово-господарські показники роботи більшості підприємств ВКГ України є незадовільними. Необхідність заміни застарілого обладнання, капітального ремонту мереж водопроводу потребує значних фінансових витрат, які у теперішній час підприємства ВКГ можуть здійснити лише за рахунок надходжень за надані послуги. Значна частина споруд цього комплексу відпрацювала нормативний термін і потребує оновлення (рис. 3).



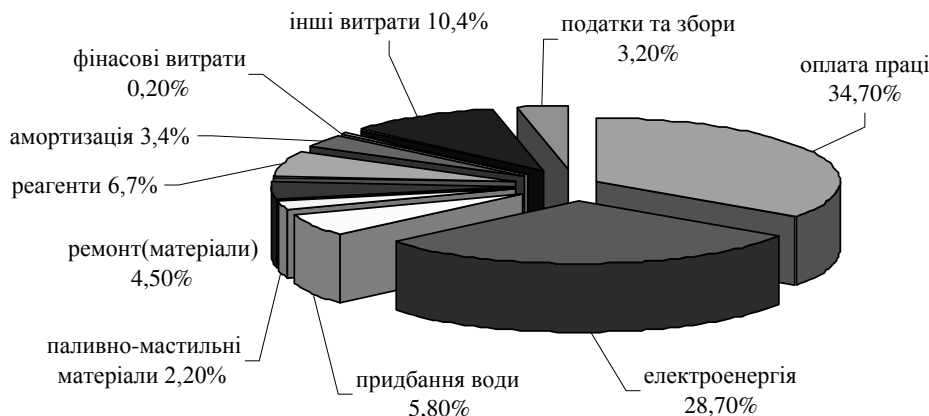


Рис. 2. Типова структура собівартості послуг водопостачання на комунальних підприємствах України



Рис. 3. Знос основних виробничих фондів підприємств ВКГ в Україні (станом на 01.01.2019)

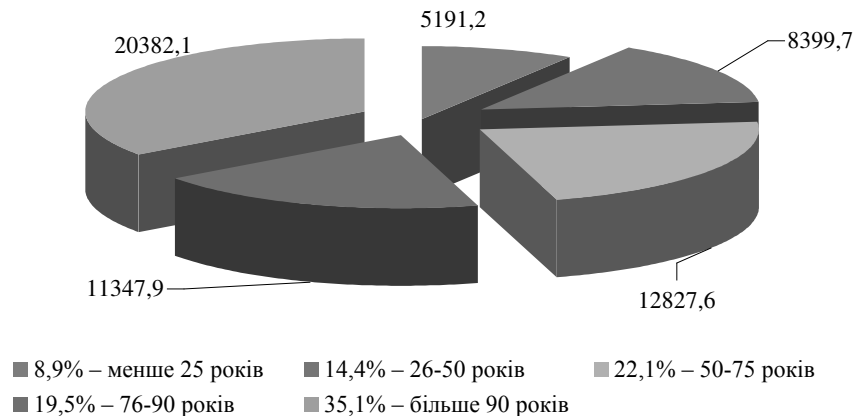
Ступінь зносу основних фондів, віднесених до водопостачання та водовідведення у 2018 році склала 62% по Україні (за даними Державного комітету статистики).

З погіршенням технічного стану водопровідних систем помітно знижується ефективність їх роботи та зростають нераціональні втрати води і витoki. Показник втрат води у міських мережах є надто високим і знаходиться в межах 0,4–3,0 м<sup>3</sup> /км-год, у порівнянні з показниками у Західній Європі, які становлять 0,1–0,4 м<sup>3</sup> /км-год.

Проблема погіршується і через значні нераціональні втрати води, величина яких становить 38,5%, а в окремих регіонах перевищує 50%.

Причинами цього, як і у попередні роки, є критичний стан розподільних водопровідних мереж, обладнання та арматури і т. п.

Всього в Україні 58,1 тис. км мереж водопостачання. Понад 35% (20,4 тис. км) з них є застарілими, тобто, ступінь зношеності складає більше 90%. 19,5% (11,3 тис. км) – зношеність у 76-90%, а 22,1% (12,8 тис. км) – ступінь зношеності 50-75% (рис. 4.) і лише 9% мереж водопостачання не є аварійними: їх термін експлуатації не перевищує 25 років, за даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері комунальних послуг (рис. 4.).



**Рис. 4. Структура мереж водопостачання за ступенем зносу та експлуатації в Україні (станом на 1.01.2019)**

Головною проблемою оновлення водопровідної мережі залишається невизначеність джерел фінансування необхідних витрат.

Окрім втрат води, на підприємствах водопостачання ще мають місце й інші, не менш важливі, категорії втрат. До них належать:

- екологічні втрати, у тому числі збиток, що наноситься здоров'ю населення неякісною водою;
- втрати, пов'язані з аварійністю у результаті розривів водопровідних систем і витоків води;
- енерговитрати, які за даними аналітиків в собівартості продукції підприємств водопостачання складають 40-60%;
- втрати, що виникають в результаті розкрадань – несанкціоноване підключення до водопровідних мереж;
- збиток від підтоплення, яке є наслідком витоків води з трубопроводів системи водопостачання;
- втрати державних фінансів, які виникають через надання дотацій на покриття безгосподарності й неплатежів;
- втрати промислових і комерційних підприємств, високі тарифи для яких компенсують знижені тарифи для населення; – зниження стійкості й надійності системи водопостачання в цілому.

Усі ці фактори є причиною зростання собівартості 1 м<sup>3</sup> реалізованої питної води і рівня середнього тарифу відповідно.

Поряд зі зростанням вартості послуг, підвищення тарифів зумовлено недосконалістю самого способу ціноутворення на продукцію монополістів та недоліками в його регулюванні. Існуючі невідшкодовують повної собівартості послуг централізованого водопостачання та водовідведення і, як наслідок, не дозволяють забезпечити ефективність господарювання підприємств водопровідно-каналізаційного господарства в ринкових умовах.

Так, незважаючи на те, що впродовж минулих років тарифи на житлово-комунальні послуги переглядалися, фактичний рівень рентабельності за результатами фінансово-господарської діяльності майже по всіх підприємствах є від'ємним та не покриває витрати на виробництво послуг водопостачання та водовідведення.

Інформація про структуру фактичної собівартості та тарифи на послуги водопостачання, а також рівень відшкодування затвердженими тарифами собівартості послуг дають можливість зробити наступні висновки:

- у тарифах практично не враховується якість послуг водопостачання, що надаються, і відсутні самі критерії якості цих послуг;
- тарифи на послуги водопостачання є єдиними у рамках кожної групи споживачів (у межах кожної адміністративно-територіальної одиниці) і різняться в кінцевій сумі оплати тільки наявністю або відсутністю лічильників;
- у більшості випадків при встановленні тарифів не враховується можливість подальшого розвитку підприємств, у тарифи практично не закладаються витрати на капітальний ремонт і модернізацію основних засобів, а якщо й закладаються, то їх рівень не перевищує 2–2,5%.

Отже, проведення комплексного стратегічного та оперативного аналізу господарської діяльності комунальних підприємств дасть змогу не лише поглиблено вивчити об'єкт дослідження, а й приймати раціональні рішення на кожній стадії функціонування підприємства для вирішення господарських задач.

### Висновки

Актуальність дослідження стану та перспектив розвитку водопровідно-каналізаційного господарства полягає в тому, що воно є однією з найважливіших галузей, яка забезпечує нормальне функціонування усього господарсько-промислового комплексу України.

Система водопостачання та водовідведення України доволі складний інженерний комплекс. Значна частина споруд цього комплексу відпрацювала нормативний термін і потребує оновлення.

За час експлуатації існуючих систем відбулися суттєві технічні, соціально-економічні, екологічні та інші зміни, які зумовили потребу пріоритетного відтворення на сучасному світовому рівні системи водопостачання в державі. Найбільшою проблемою системи водопостачання України є її спрацьованість, яка становить близько 30 %. Знос основних фондів у підгалузі сягає 62,2 %. Із загальної протяжності водопровідних мереж перебувають в аварійному стані і потребують заміни 37%, каналізаційних мереж - 34,8%.

Найважливішим напрямком є перегляд схем водопостачання з метою визначення реальних потреб у воді, необхідних потужностей насосного обладнання, розподілу водних потоків і оптимізації тисків в розподільчій мережі.

Впровадження вказаних заходів дасть можливість, в першу чергу, зменшити втрати води в системі, оптимізувати реальні обсяги її подачі, а, отже, і перекачування, та скоротити витрати із внутрішніх систем будинків.

Головною проблемою оновлення водопровідної мережі залишається невизначеність джерел фінансування необхідних витрат. Оскільки основним джерелом фінансування інвестицій є власні кошти, важливим є забезпечення стабільного фінансового стану підприємств ВКГ, які на сьогодні є збитковими. Незважаючи на підвищення тарифів, вони не відшкодовують 100% собівартості.

Для реновації виробничих фондів підприємств водопостачання, підвищення економічної ефективності їх функціонування окрім власних коштів підприємств, коштів державного та місцевого бюджетів, коштів резервного фонду, необхідним кроком є залучення інвестиційних коштів.

Пошук коштів на модернізацію обладнання є надзвичайно важливим завданням при підвищенні інноваційного потенціалу комунальних підприємств. Виконання цього завдання можливе за рахунок здійснення фінансових заходів, що забезпечують беззбиткове функціонування підприємств комунального господарства, а також завдяки забезпеченню додаткових надходжень коштів у вигляді позик (в тому числі і від МФО), грантів, фінансової допомоги з боку загальнодержавних та місцевих органів влади, інвестицій приватних осіб, тощо.

### Список використаної літератури

1. Агаджанов Г.К. Економіка водопровідно-каналізаційних підприємств: навч. посіб. / Г. К. Агаджанов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – 2-е вид., перероб. та доп. – Х.: ХНАМГ, 2010.
2. Закон України "Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення" №2918-III від 10.01.2002. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>.
3. Закон України "Про державне регулювання у сфері комунальних послуг" № № 2479-VI від 09.07.2010. Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2479-17>.
4. Панов В.В. Державне управління розвитком комунальних підприємств водопровідно-каналізаційного господарства України / В.В. Панов, І.О. Панасенко. – Харків: вид-во ХаРІ НАДУ «Магістр», 2016.
5. Постанови Національної комісії від 11.08.2016 № 1414 "Про внесення змін до постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 26.11.2015 № 2868".

### References

1. Ahadzhanov H.K. Ekonomika vodoprovodno-kanalizatsiinykh pidpriemstv: navch. posib. / H. K. Ahadzhanov; Khark. nats. akad. misk. hosp-va. – 2-e vyd., pererob. ta dop. – Kh.: KhNAMH, 2010.
2. Zakon Ukrainy "Pro pytnu vodu, pytne vodopostachannia ta vodovidvedennia" №2918-III vid 10.01.2002. Elektronnyi rerurs. - Rezhym dostupa: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>.
3. Zakon Ukrainy "Pro derzhavne rehuliuвання u sferi komunalnykh posluh" № № 2479-VI vid 09.07.2010. Elektronnyi resurs. - Rezhym dostupu: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2479-17>.
4. Panov V.V. Derzhavne upravlinnia rozvytkom komunalnykh pidpriemstv vodoprovodno-kanalizatsiinoho hospodarstva Ukrainy / V.V. Panov, I.O. Panasenko. – Kharkiv: vyd-vo KhaRI NADU «Mahistr», 2016.
5. Postanovy Natsionalnoi komisii vid 11.08.2016 № 1414 "Pro vnesennia zmin do postanovy Natsionalnoi komisii, shcho zdiisniuє derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh vid 26.11.2015 № 2868".

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

<b>Баганов Євген Олександрович</b>	к.т.н., доцент, завідувач кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету E-mail: ye.baganov@gmail.com
<b>Бетіна Вікторія Олегівна</b>	аспірант кафедри менеджменту, маркетингу і туризму Херсонського національного технічного університету E-mail: betina180993@gmail.com
<b>Белсванцева Катерина Олександрівна</b>	студент кафедри комп'ютерних наук Державного Вищого Навчального Закладу «Приазовський державний технічний університет» E-mail: belekate2711@gmail.com
<b>Букетов Андрій Вікторович</b>	д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій Херсонської державної морської академії E-mail: buketov@tntu.edu.ua
<b>Букетова Наталія Миколаївна</b>	к.т.н., докторант кафедри транспортних технологій Херсонської державної морської академії E-mail: buketov@tntu.edu.ua
<b>Бухтіяров Юрій Вікторович</b>	старший викладач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» E-mail: yuriy.bukhtiyarov@gmail.com
<b>Вишемирська Світлана Вікторівна</b>	к.т.н., доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету E-mail: printvvs@gmail.com
<b>Власенко Наталія Анатоліївна</b>	к.т.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму Херсонського національного технічного університету E-mail: vlasenko.anya@mail.ru
<b>Войтович Ольга Андріанівна</b>	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: olgavoytovich@ukr.net
<b>Гарафонова Ольга Іванівна</b>	д.е.н., професор кафедри менеджменту Державного вищого навчального закладу «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана» E-mail: <a href="https://feu.kneu.edu.ua/ua/depts4/k_menedzhmentu/">https://feu.kneu.edu.ua/ua/depts4/k_menedzhmentu/</a>
<b>Гончар Ольга Іванівна</b>	д.е.н., професор кафедри маркетингу і торговельного підприємництва Хмельницького національного університету E-mail <a href="http://mr.khnu.km.ua/">http://mr.khnu.km.ua/</a>
<b>Грицай Артем Сергійович</b>	студент кафедри комп'ютерних наук Приазовського державного технічного університету E-mail: pochtaartyoma@gmail.com
<b>Данилець Євген Валентинович</b>	к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: e.v.danilets@gmail.com
<b>Дичка Іван Андрійович</b>	д.т.н., професор, декан факультету прикладної математики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» E-mail: dychka@pzks.fpm.kpi.ua
<b>Дроздова Євгенія Анатоліївна</b>	старший викладач кафедри інформаційних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: jennydr@ukr.net
<b>Єгоров Андрій Олександрович</b>	студент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: ohvrbm@i.ua
<b>Жежело Андрій Олегович</b>	аспірант кафедри суднових електроенергетичних систем Миколаївського національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова E-mail: korona372@gmail.com

<b>Зайцева Олена Іванівна</b>	к.е.н., професор кафедри менеджменту, маркетингу і туризму Херсонського національного технічного університету E-mail: lenzai@ukr.net
<b>Захарченко Раїса Миколаївна</b>	к.т.н., доцент кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: zraissa2@gmail.com
<b>Захарченко Леонід Миколайович</b>	к.т.н., аспірант кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: zraissa2@gmail.com
<b>Злотнікова Крістіна Назарівна</b>	студент кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: zlotnikova.christina@ukr.net
<b>Зубкова Катерина Віталіївна</b>	к.т.н., старший викладач кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: ekaterina_zubkova@ukr.net
<b>Іванчук Олексій Вікторович</b>	студент кафедри інформаційних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: 325alex.000@gmail.com
<b>Істоміна Наталія Миколаївна</b>	старший викладач кафедри інформаційно-управляючих систем Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського E-mail: icegun.ik@gmail.com
<b>Кімстач Олег Юрійович</b>	к.т.н., доцент кафедри суднових електроенергетичних систем Миколаївського національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова E-mail: oleg.kimstach@nuos.edu.ua
<b>Кірюшатова Тетяна Григорівна</b>	к.т.н., доцент кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: TanyaKir1963@gmail.com
<b>Ковальов Віталій Валерійович</b>	к.е.н., доцент кафедри економіки підприємства Херсонського державного університету E-mail: VKovaliov@ksu.ks.ua
<b>Козел Віктор Миколайович</b>	к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: k_vic@ukr.net
<b>Конох Ігор Сергійович</b>	к.т.н., доцент кафедри інформаційно-управляючих систем Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського E-mail: icegun.ik@gmail.com
<b>Корніловська Наталія Володимирівна</b>	к.т.н., доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету E-mail: pypsiknata2015@gmail.com
<b>Кудріна Ольга Юріївна</b>	д.е.н., професор, завідувач кафедри бізнес-економіки та адміністрування Сумського державного педагогічного університету ім. А.С.Макаренка E-mail: prcom@sspu.sumy.ua
<b>Куличенко Петро Миколайович</b>	начальник станції технічного обслуговування ТОВ «Hyundai Автопланета», м. Херсон E-mail: ohvpbm@i.ua
<b>Ларченко Оксана Валеріївна</b>	к.т.н., доцент кафедри прикладної математики та економічної кібернетики Херсонського державного аграрного університету E-mail: oksanalarchenko2@gmail.com
<b>Лебединська Олена Сергіївна</b>	к.е.н., доцент кафедри управління персоналом та економіки праці Харківського національного економічного університету ім. Семена Кузнеця E-mail: lebedinskayls@ukr.net
<b>Левицька Тетяна Олександрівна</b>	к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук Приазовського державного технічного університету E-mail: tlevitiisys@gmail.com

<b>Левківський Руслан Миколайович</b>	перший заступник начальника Морського коледжу Херсонської державної морської академії E-mail: levka.ru5555@gmail.com
<b>Липян Євген Васильович</b>	к.т.н., старший науковий співробітник відділу імпульсної обробки дисперсних систем Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України E-mail: buketov@tntu.edu.ua
<b>Ліскова Галина Анатоліївна</b>	студент кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки Херсонського національного технічного університету E-mail: gliskova@ukr.net
<b>Лобов Олександр Олександрович</b>	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: ohvpbm@i.ua
<b>Лур'є Ірина Анатоліївна</b>	к.т.н., доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету E-mail: lurieira@gmail.com
<b>Матюнка Едуард Володимирович</b>	студент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: edik.matjunka@rambler.ru
<b>Миколайчук Ірина Павлівна</b>	к.е.н., доцент кафедри менеджменту Київського національного торговельно-економічного університету E-mail: mykirina@ukr.net
<b>Негруца Роман Юрійович</b>	аспірант кафедри транспортних технологій Херсонської державної морської академії E-mail: buketov@tntu.edu.ua
<b>Повстяной В'ячеслав Михайлович</b>	к.х.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: vповst@gmail.com
<b>Погребняк Ірина Федорівна</b>	к.т.н., доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету E-mail: irina.pogrebnyak.ip@gmail.com
<b>Поліщук Ірина Ігорівна</b>	к.е.н., доцент, завідувач кафедри маркетингу та реклами Вінницького торговельно-економічного інституту Київського національного торговельно-економічного університету E-mail: polischuk@vtei.com.ua
<b>Проніна Ольга Ігорівна</b>	к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук Державного Вищого Навчального Закладу «Приазовський державний технічний університет» E-mail: pronina.lelka@gmail.com
<b>Райко Галина Олександрівна</b>	к.т.н., доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: rayko.galina@gmail.com
<b>Русанов Сергій Аркадійович</b>	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: ohvpbm@i.ua
<b>Савіна Галина Григорівна</b>	д.е.н., професор, проректор з наукової роботи Херсонського національного технічного університету E-mail: savinagalina28@gmail.com
<b>Сизоненко Ольга Миколаївна</b>	д.т.н., професор, головний науковий співробітник відділу імпульсної обробки дисперсних систем Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України E-mail: buketov@tntu.edu.ua
<b>Сімінченко Ігор Павлович</b>	старший викладач кафедри автоматизації, робототехніки та мехатроніки Херсонського національного технічного університету E-mail: siminchenko@gmail.com

<b>Сокол Ігор Васильович</b>	к.т.н., докторант кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: kherson.sokol@gmail.com
<b>Сошко Віктор Олександрович</b>	к.т.н., доцент кафедри автоматизації, робототехніки та мехатроніки Херсонського національного технічного університету E-mail: soshking@gmail.com
<b>Срібний Станіслав Дмитрович</b>	аспірант кафедри інформаційно-управляючих систем Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського E-mail: icegun.ik@gmail.com
<b>Стоянова Ольга Вікторівна</b>	к.т.н., доцент кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: stoyanova.olga@ukr.net
<b>Сулема Євгенія Станіславівна</b>	к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» E-mail: sulema@pzks.fpm.kpi.ua
<b>Тарасюк Алла Василівна</b>	к.е.н., доцент кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки Херсонського національного технічного університету E-mail: tarasiuk29@gmail.com
<b>Ткач Віра Олексіївна</b>	старший викладач кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: tkachver@ukr.net
<b>Торпаков Андрій Сергійович</b>	к.т.н., старший науковий співробітник відділу імпульсної обробки дисперсних систем Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України E-mail: buketov@tntu.edu.ua
<b>Тюхтенко Наталія Анатоліївна</b>	д.е.н., професор кафедри менеджменту і адміністрування Херсонського державного університету E-mail: <a href="http://www.kspu.edu/About/Faculty/FEconMan/Chair_of_Management_and_Administration.aspx">http://www.kspu.edu/About/Faculty/FEconMan/Chair_of_Management_and_Administration.aspx</a>
<b>Шандова Наталія Вікторівна</b>	д.е.н., професор кафедри економіки, підприємництва, та економічної безпеки Херсонського національного технічного університету E-mail: natshandov@gmail.com
<b>Шерстюк Володимир Григорович</b>	д.т.н., професор, в.о. завідувача кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: vgsheerstyuk@gmail.com
<b>Шукліна Вікторія Вікторівна</b>	к.е.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму Херсонського національного технічного університету E-mail: viktoriluck@yandex.ua
<b>Юрова Тетяна Анатоліївна</b>	старший викладач кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: urovat@rambler.ru
<b>Яблокова Анастасія Вікторівна</b>	студент кафедри комп'ютерних наук Приазовського державного технічного університету E-mail: mainuniversaluser@gmail.com

**ПРАВИЛА ПРИЙОМУ СТАТЕЙ****ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ  
У НАУКОВИЙ ФАХОВИЙ ЖУРНАЛ «ВІСНИК ХЕРСОНСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

До журналу приймаються оригінальні статті, що не публікувалися в інших виданнях. **Обсяг рукопису** – від 5 до 10 повних сторінок. Статті публікуються українською, російською та англійською мовами.

**Обов'язкові елементи статті:**

- індекс УДК у верхньому лівому кутку листа (*Times New Roman, 12 nm*);
- ініціали та прізвище автора великими літерами у верхньому правому кутку сторінки (*Times New Roman, 12 nm*), із зазначенням місця роботи повністю справа (*Times New Roman, 8 nm*);
- ORCID у верхньому правому кутку сторінки (*Times New Roman, 12 nm*);
- назва статті великими літерами, по центру (*Times New Roman, 12 nm, жирний*); назва статті подається без використання вузькоспеціалізованих скорочень, крапка в кінці назви не ставиться;
- основний текст статті (*Times New Roman, 10 nm*).

**Основний текст статті повинен мати такі виділені елементи:**

- **постановка проблеми**
- **аналіз останніх досліджень і публікацій**
- **формулювання мети дослідження**
- **викладення основного матеріалу дослідження**
- **висновки**
- **список використаної літератури**

**Після назви статті обов'язково** надаються анотації **українською, російською та англійською мовами** (*Times New Roman, 10 nm, курсив*) (текст ідентичний, обсяг – не менше 1800 друкованих знаків, включаючи ключові слова), де вказується назва статті, ініціали та прізвище автора, характеристика основної проблеми, мети, узагальнених результатів та ключові слова.

Статті подаються у вигляді файла формату *doc* для *Word for Windows* у незаархівованому вигляді. Шрифт *Times New Roman*, розмір – 10, інтервал – одинарний, поля: зліва – 25 мм; справа – 25 мм; зверху – 25 мм; знизу – 25 мм, відступ першої строчки – 127 мм, сторінки не пронумеровані. Таблиці слід виконувати в *Excel* чи *Word*, рисунки потрібно подавати у чорно-білому варіанті, вони мають бути згруповані. Для набору формул використовувати лише редактор формул *Microsoft Equation 3.0*.

Шрифт у заголовках, текстах, рисунках повинен співпадати. Ілюстрації, діаграми, схеми, таблиці та формули оформлюються відповідно до Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника (Постанова Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 №567).

Список літератури наводиться у порядку посилань у тексті згідно з *ДСТУ 8302:2015. «БІБЛІОГРАФІЧНЕ ПОСИЛАННЯ Загальні положення та правила складання»* і розміщується після основного тексту. Розмір шрифту – 10 пт. Посилання на літературні джерела в тексті подають у квадратних дужках.



Після списку літератури, через інтервал в один рядок, розташовують слово **References** та наводиться англomовний список літератури (стиль - **IEEE**) наведеного вище списку літератури.

Бібліографічний опис кожного джерела має, за наявності, супроводжуватися його ідентифікатором цифрового об'єкта (DOI – Digital Object Identifier), що наводиться через пробіл після бібліографічного опису джерела. DOI видань можна знайти на сайті:

<http://search.crossref.org/>

### **Вимоги щодо оформлення англomовного списку літератури**

#### **Опис статті з періодичних видань**

Sokol Ye.I., Gryb O.G., Shvets S.V. The structural and parametrical organization of elements of a power supply system in the conditions of network centrism. Electrical engineering & electromechanics, 2016, no.2, pp. 61-64. doi: 10.20998/2074-272X.2016.2.1.

*\*Прим. Коректний переклад назв журналів можна знайти на їх офіційних сайтах, де також у архіві, у більшості випадків, можна відшукати і необхідні статті із перекладом назв на англійську мову.*

#### **Опис статті з електронних журналів**

Dmitriev M.V. Ekраны odnofaznykh kabelei 6-500 kV. Oshibki pri vypolnenii skhem zazemleniia [6-500 kV single phase cables screens. Grounding circuit implementation mistakes]. Novosti elektrotekhniki – Electrical Engineering News, 2014, no.1(85). Available at: <http://www.news.elteh.ru/arh/2014/85/10.php> (Accessed 23 April 2014).

#### **Опис статті із збірника праць**

Shevchenko V.V. Puti povysheniia moshchnosti turbogeneratorov pri provedenii rabot po ikh reabilitatsii [The ways to increase turbogenerators power in the execution works during the rehabilitation]. Sistemi obrobki informatsii. Zbirnik naukovikh prats'. Kharkivskii universitet povitrianiikh sil [The systems of information processing. The collection of scientific works Kharkov Air Forces University], 2012, no.7(105), pp. 152-155.

#### **Опис матеріалів конференції**

Grechko O.M., Klymenko B.V., Bugaychuk V.M. Mathematical modeling of energy-efficient electromagnetic actuator for vacuum circuit-breaker. Anotatsii dopovidei 8 Mizhn. nauk.-prakt. konf. "Informatsiini tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiya, osvita, zdorov'ia" [Abstracts of 8th Int. Sci.-Pract. Conf. "Information technology: science, engineering, technology, education and health"]. Kharkov, 2004, p. 365.

**Небажано залишати тільки перекладну назву конференції.**

#### **Опис книги (монографії)**

Chalykh E.F. Oborudovanie elektrodnykh zavodov [Equipment of the Electrode Plants]. Moscow, Metallurgija Publ., 1990. 238 p.

#### **Опис перекладної книги**

Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. Vibration problems in engineering. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Rus. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. Kolebaniia v inzhenernom dele. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

**Опис Інтернет-ресурсу**

Bormosov V.A., Kostousova M.N., Petrenko A.F., Smol'skaja N.E. Perspektivy i sostojanie razrabotok raspredelitel'nyh transformatorov massovyh serij (Prospects and development state of mass series distribution transformers) Available at: [www.trans.-form.ru](http://www.trans.-form.ru) (accessed 13 September 2004).

**Опис дисертації (автореферату дисертації)**

Geraskin O.A. Vibrodiagnostika ushkodzen' rotoriv potuzhnikh asinkhronnikh dviguniv na osnovi pol'ovikh matematichnikh modelei. Diss. kand. techn. nauk [Damage rotor vibration monitoring power asynchronous motors based on the field mathematical models. Cand. tech. sci. diss.]. Kyiv, 2012. 226 p.

**Опис ГОСТу**

GOST 8.586.5-2005. Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkosti i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5-2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

**Опис патенту**

Klymenko B.V., Eres'ko O.V. Grechko O.M. Elektromagnitnyj pryvid [Electromagnetic actuator]. Patent UA, no.25222, 2007.

**Приклад оформлення рукопису для представлення в редколегію подано у додатку 1.**

**Статті, які не відповідають наведеним вимогам, до друку не приймаються.**

**До редколегії направляються:**

- **електронна копія** статті на e-mail: [vestnikkntu@gmail.com](mailto:vestnikkntu@gmail.com), назва файлу повинна відповідати прізвищу першого автора;
- **експертний висновок** щодо відсутності відомостей, заборонених для відкритого опублікування;
- **авторська довідка** за формою (додаток 2);
- **заява авторів** на опублікування статті (додаток 3).

Телефон редколегії (0552) 326907

Додаток 1

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РУКОПISУ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ У  
РЕДАКЦІЮ (ПОДАНО ФРАГМЕНТ СТАТТІ)**

УДК 667.021.1

В.С. КОРОЛЕНКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: ...

І.Ф. БОНДАРЬ

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: ...

С.О. ІВАНОВА

Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків  
ORCID: ...**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ  
ДЕФОРМУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ГІДРОПРЕСУВАННІ ТРУБЧАТИХ  
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

*У даній роботі розглянута кінцево-елементна модель процесу гідроекструзії трубчастих заготовок у середовищі високих гідростатичних тисків, необхідних для підвищення пластичності сталі 30ХН2МФА при холодному формоутворенні виробів. Результати моделювання показали можливість реалізувати процес при дії значного гідростатичного тиску (750 МПа) на вільну поверхню заготовки. При меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки. Дослідження ПДВ матриці з використанням методу кінцевих елементів підтвердило достатню міцність і надійність інструменту при отриманні прецизійних трубчастих виробів гідропресування з рухомою гладенькою оправкою. Натурні експерименти підтвердили адекватність комп'ютерного моделювання та ефективність запропонованого методу виготовлення високоточних довгомірних трубчастих виробів.*

.....

*Ключові слова: гідропресування, гідроекструзія, деформування, матриця, моделювання, міцність, надійність, руйнування.*

В.С. КОРОЛЕНКО

Херсонский национальный технический университет  
ORCID: ...

И.Ф. БОНДАРЬ

Херсонский национальный технический университет  
ORCID: ...

С.О. ИВАНОВА

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков  
ORCID: ...**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ  
ДЕФОРМИРУЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ГИДРОПРЕССОВАНИИ ТРУБЧАТЫХ  
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

*В данной работе рассмотрена конечно-элементная модель процесса гидроэкструзии трубчатых заготовок в среде высоких гидростатических давлений, необходимых для повышения пластичности стали 30ХН2МФА при холодном формообразовании изделий. Результаты моделирования показали возможность реализовать процесс при действии значительного гидростатического давления (750 МПа) на свободную поверхность заготовки. При меньшем давлении происходит характерное разрушение еще на начальных этапах деформирования на внешней поверхности заготовки. Исследование НДС матрицы с использованием метода конечных элементов подтвердило достаточную прочность и надежность инструмента при получении прецизионных трубчатых изделий гидропрессования с подвижной гладкой оправкой. Натурные эксперименты подтвердили адекватность*

компьютерного моделирования и эффективность предложенного метода изготовления высокоточных длинномерных трубчатых изделий.

.....

*Ключевые слова: гидропрессование, гидроэкструзии, деформирование, матрица, моделирование, прочность, надежность, разрушение.*

V.S. KOROLENKO

Kherson National Technical University

ORCID: ...

I.F. BONDAR

Kherson National Technical University

ORCID: ...

S.O. IVANOVA

Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkiv

ORCID: ...

### THE RESEARCH OF DEFLECTED MODE OF THE DEFORMING TOOL DURING THE HYDRAULIC FORGING OF TUBULAR BLANKS BY THE METHOD OF FINITE ELEMENTS

*In this work, the finite element model of the hydrostatic extrusion process of tubular blanks in the medium of high hydrostatic pressure that are necessary for increase ductility of steel 30HN2MFA during the cold forming products, was considered. The modelling results showed the possibility to realize a process with effect of considerable hydrostatic pressure (750 MPa) on the free surface of blank. There is characteristic destruction still on the initial stages of deformation on the external surface at less pressure.*

*The research of deflected mode of mould using the method finite elements confirmed accommodate strength and reliability of the tool in the receipt of precision tubular products by hydraulic forging with the smooth moving mandrel.*

*The full-scale experiments confirmed the adequacy of computer simulation and the efficiency of introduced method of manufacturing exacting long-measuring tubular products.*

.....

*Keywords: hydraulic forging, hydrostatic extrusion, deformation, mould, modelling, strength, reliability, destruction.*

#### Постановка проблеми

Товстостінні трубчасті вироби з прецизійними елементами внутрішнього профілю (6 ... 8 квалітет, при шорсткості 0.16 ... 0.64 мм) досить широко застосовуються в машинобудуванні, приладобудуванні та виробках спеціального призначення.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ефективність дії рідини під високим тиском на пластичність при механічних випробуваннях зразків і в процесах прямого видавлювання показана в роботах [1-3].

У зв'язку з цим, був запропонований перспективний метод отримання високоточних довгомірних трубчастих виробів з підвищеними експлуатаційними властивостями методом гідропресування на гладкій оправці [4, 5].

#### Формулювання мети дослідження

Метою роботи було вивчення можливості отримання довгомірних трубчастих заготовок методами холодного пластичного деформування.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Розрахунок матриці проводили в умовах, наближених до реальних, при максимальних значеннях зусилля видавлювання  $P$  (630 кН) і гідростатичного тиску  $q$  (750 МПа), яке впливає на матрицю. Вихідні дані для розрахунку матриці наведено в табл. 1.

Таблиця 1

#### Задані вихідні дані для розрахунку матриці

№ з/п	Матеріал матриці	Модуль пружності, ГПа	Межа міцності, МПа	Твердість, HRC <sub>Э</sub>
1	P18	228	2250	66
2	...	...	...	...

.....

$$\varphi = N_k \frac{\cos(2 \cdot l \cdot \omega)}{\sqrt{j \cdot Q \cdot \alpha_i}}, \quad (1)$$

де  $\varphi$  – ... ;

...

 $\alpha_i$  – .

.....

**Висновки**

1. За результатами чисельного експерименту були визначені необхідні параметри гідропресування, остаточною геометричною формою деформованої заготовки та її ПДВ.

2. Проведене моделювання показало, що даний процес можливо реалізувати із значним гідростатичним тиском на вільній поверхні заготовки (750 МПа), тоді як при меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки.

**Список використаної літератури**

1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование : как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.
2. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси : дис.... доктора фіз., -мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – К., 2005. – 276 с.
3. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж, науч. – исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).
4. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті (підсумки 10-ї Міжнар. конф. "Крим-2003") [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник – 2003. – № 4. – С. 43. – Режим доступу до журн. : [http : //www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm](http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm).

.....

**References**

.....

**Додаток 2****Авторська довідка**

**Бондарь  
Іван Федорович**

к.т.н., доцент кафедри фізики Херсонського національного  
технічного університету  
E-mail: bondar\_if@gmail.com

## Додаток 3

В редакцію наукового журналу  
«Вісник Херсонського національного  
технічного університету»

## ЗАЯВА

Прошу опублікувати у журналі «Вісник Херсонського національного технічного університету»  
(надалі – Журнал) мою статтю \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (надалі – Стаття)  
(назва статті)

в рубриці \_\_\_\_\_  
(назва рубрики)

Передаючи для опублікування Статтю, я (надалі – Автор) заявляю про таке.

1. Автор ознайомлений і згодний з видавничою політикою Журналу і етичними нормами для публікацій.
2. Автор ознайомлений з вимогами до оформлення статей у Журналі та іншими умовами щодо опублікування.
3. Автор є єдиним автором Статті.
4. Авторські права на Статтю не передавалися Автором раніше і не будуть передані у майбутньому третім особам.
5. Стаття не була раніше опублікована і не буде опублікована у будь-якому виданні до публікації її у Журналі.
6. Стаття не є компіляцією раніше опублікованих робіт Автора.
7. Публікація статті не порушує прав інтелектуальної власності інших осіб.
8. Стаття не містить відомостей, заборонених до відкритого друку згідно з чинним законодавством України, і публікація Статті не призведе до розголошення таємної або конфіденційної інформації, у тому числі такої, що містить державну або службову таємницю.
9. Автор дає згоду на публікацію та/або передачу третім особам таких його особових даних:
  - Прізвище, Ім'я та По-батькові;
  - Відомості про наукову кваліфікацію (науковий ступінь, вчене звання);
  - Відомості про місце роботи та посаду;
  - Контактні дані (адреса для листування, номери телефонів, номери факсів, електронні адреси тощо).

\_\_\_\_\_ (Прізвище та ініціали автора)

\_\_\_\_\_ (Особистий підпис автора)

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

*(Заповнюється та підписується всіма співавторами Статті,  
або одним зі співавторів від імені всіх за письмовим дорученням)*

**Рукописи для розгляду редколегією журналу приймаються (для попередньої експертизи)  
у навчально-науковий відділ Херсонського національного технічного університету**

**за адресою:**

**м. Херсон, Бериславське шосе, 24, каб. 413. Тел. (0552) 32-69-07.**

**E-mail: [vestnikkntu@gmail.com](mailto:vestnikkntu@gmail.com)**

**Редакційна колегія журналу «Вісник ХНТУ»**

# **ВІСНИК**

## **Херсонського національного технічного університету**

Відповідальний за випуск	головний редактор Литвиненко В.І. д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук
Макетування	Власенко А.Л.
Відповідальний секретар	Вольвач І.Ю. к.е.н., доцент, завідувач навчально-наукового відділу

Свідоцтво про державну реєстрацію засобу масової інформації –  
серія КВ № 17371-6141 от 17.12.2010

Підписано до друку 29.11.2019 р. Формат 60x84 /16 Папір ксерокс.  
Ум. друк. аркушів . Замовлення № . Тираж 100 прим.

Матеріали друкуються в авторській редакції.  
Відповідальність за достовірність даних, зазначених у статтях,  
несуть їх автори.

© Херсонський національний технічний університет 2019

---