

ISSN 2078-4481

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВІСНИК

ХЕРСОНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

3(86)

Рекомендовано до друку Вченою радою
Херсонського національного технічного університету
(протокол № 2 від 3 жовтня 2023 року)

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України
категорії «Б» за економічними науками, спец. – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 242
(Наказ МОН України від 17.03.2020 № 409),
281 (Наказ МОН України від 29.06.2021 № 735);
та за технічними науками, спец. – 121, 122, 123, 125, 126, 131, 132, 133, 151, 274, 275
(Наказ МОН України від 02.07.2020 № 886)
та спец. 141, 161, 182 (Наказ МОН України від 24.09.2020 № 1188)

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



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Редакційна колегія

Головний редактор

Литвиненко В.І.

д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук,
заслужений діяч науки і техніки України

Заступник головного редактора

Сарібєкова Ю.Г.

д.т.н., професор, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків

Відповідальний секретар

Вольвач І.Ю.

к.е.н., доцент, завідувач відділу з навчально-наукової роботи і міжнародної діяльності

Члени редакційної колегії

Баганов Є.О.	к.т.н., доцент
Березовський Ю.В.	д.е.н., доцент
Гончар О.І.	д.е.н., професор
Горбачов П.Ф.	д.т.н., професор
Джерелюк Ю.О.	д.е.н., професор
Дімітрова В.Я. (Болгарія)	д.н., доцент
Жарікова М.В.	д.т.н., професор
Зубкова К.В.	к.т.н., доцент
Корчевська Л.О.	д.е.н., професор
Кузьміна Т.О.	д.т.н., професор
Куник О.М.	к.т.н., доцент
Луб'яний П.В.	к.т.н., доцент
Наумов О.Б.	д.е.н., професор
Плющ Р.М.	д.держ.упр., професор
Половцев О.В.	д.держ.упр., к.т.н., професор
Рудакова Г.В.	д.т.н., професор
Русанов С.А.	к.т.н., доцент
Салєба Л.В.	к.т.н.
Савін С.Ю.	д.е.н., професор
Семешко О.Я.	д.т.н.
Сідельникова Л.П.	д.е.н., професор
Smolarz A. (Польща)	dr.hab.inz.
Стоянова О.В.	к.т.н., доцент
Толуб'як В.С.	д.держ.упр., професор
Топалова Е.Х.	к.держ.упр., професор
Тюхтенко Н.А.	д.е.н., професор
Філіппова В.Д.	д.держ.упр., професор
Хрущ Н.А.	д.е.н., професор
Чепелюк О.В.	д.т.н., професор
Шандова Н.В.	д.е.н., професор
Шарко О.В.	д.т.н., професор
Шарко М.В.	д.е.н., професор
Шевченко І.І.	д.т.н., професор
Шерстюк В.Г.	д.т.н., професор

ISSN 2078-4481

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KHERSON NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY**

VISNYK

**OF KHERSON NATIONAL
TECHNICAL UNIVERSITY**

3(86)

Recommended for publication by the Academic Council
of Kherson National Technical University
(Minutes № 2 on 3rd October 2023)

The journal is included in the List of Scientific Professional Editions of Ukraine Category “B”
in economics, special. – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 242
(Ukraine Education and Science Ministry Order dated 17.03.2020, № 409),
281 (Ukraine Education and Science Ministry Order dated 29.06.2021, № 735);
and technical sciences, special. – 121, 122, 123, 125, 126, 131, 132, 133, 151, 274, 275
(Ukraine Education and Science Ministry Order dated 02.07.2020, № 886)
and special. 141, 161, 182
(Ukraine Education and Science Ministry Order dated 24.09.2020, № 1188)
The journal is included in the scientometric bases, electronic libraries and repositories:
Google Scholar, Crossref, National Library of Ukraine (Vernadsky)



Publishing House
“Helvetica”
2023

Editorial Board

Editor-in-Chief

Litvinenko V.I.

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Informatics and Computer Science, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine

Deputy Editor-in-Chief

Saribekova Yu.G.

Doctor of Engineering Science, Professor, Vice-Rector for Scientific Work and International Relations

Executive Secretary

Volvach I.Yu.

Ph.D., Associate Professor, Head of Department Academic Research and international activities

Members of Editorial Board

Baganov Ye.O.	Ph.D., Associate Professor
Berezovsky Yu.V.	Doctor of Engineering Science, Associate Professor
Honchar O.I.	Doctor of Economic Sciences, Professor
Horbachov P.F.	Doctor of Economics, Professor
Dimitrova V.Ya. (Bulgaria)	Ph.D., Associate Professor
Dzhereliuk Yu.A.	Doctor of Economics, Professor
Zharikova M.V.	Doctor of Engineering Science, Professor
Zubkova K.V.	Ph.D., Associate Professor
Korchevska L.A.	Doctor of Economics, Professor
Kuzmina T.O.	Doctor of Technical Sciences, Professor
Kunyk O.N.	Ph.D., Associate Professor
Lubianyi P.V.	Ph.D., Associate Professor
Naumov O.B.	Doctor of Economics, Professor
Pliushch R.M.	Doctor of Sciences in Public Administration, Professor
Polovtsev O.V.	Doctor of Sciences in Public Administration, Professor
Rudakova H.V.	Doctor of Engineering Science, Professor
Rusanov S.A.	Ph.D., Associate Professor
Savin S.Yu.	Doctor of Economics, Professor
Saleba L.V.	Ph.D.
Semeshko O.Ya.	Doctor of Engineering Science
Sidelnykova L.P.	Doctor of Economics, Professor
Smolarz A. (Poland)	Ph.D., Associate Professor
Stoianova O.V.	Ph.D., Associate Professor
Tolubyak V.S.	Doctor of Science in Public Administration, Professor
Topalova E.K.	Ph.D., Professor
Tiukhtenko N.A.	Doctor of Economics, Professor
Filippova V.D.	Doctor of Science in Public Administration, Professor
Khrushch N.A.	Doctor of Economics, Professor
Chepeliuk O.V.	Doctor of Technical Sciences, Professor
Shandova N.V.	Doctor of Economics, Professor
Sharko M.V.	Doctor of Economics, Professor
Sharko O.V.	Doctor of Engineering Science, Professor
Shevchenko I.I.	Doctor of Technical Sciences, Professor
Sherstyuk V.G.	Doctor of Engineering Science, Professor

ЗМІСТ

ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

В. В. Горський. Забруднення повітря промисловими блок-станціями та можливі шляхи вирішення проблеми.....	9
О. В. Зур'ян. Обґрунтування девіації температури теплоносія на виході з свердловини геотермальної теплонасосної системи особливістю гідрогеотермічного режиму зовнішньої оболонки Землі	16
S. I. Kuznietsov, O. A. Venher, V. M. Bezpalchenko, O. O. Semenchko, E. S. Ivkina. Oxidation of nitrogen oxides by oxygen in the liquid phase.....	27
Д. О. Личов, Т. В. Петренко, Е. Г. Сафаров. Використання електробусів на автотранспортних підприємствах.....	33
P. V. Lubyany, O. A. Voitovych, V. P. Slavych, I. O. Kuzmenko. Formation of the passenger transportation tariff as an example of population mobility in the city of Kherson	39
О. М. Мельник. Аспекти забезпечення безпеко-орієнтованого функціонування морського транспорту.....	44
О. М. Фролов, С. Р. Селіверстова. Використання товстих шарів пористого анодного окислу кремнію для технології виготовлення варикапів.....	53

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

A. Y. Lysykh, S. M. Kobayakov. Analysis of the use of mechanical processing equipment in the process of obtaining textile raw materials.....	60
L. V. Saleba, Y. G. Saribeykova, A. P. Hubaryk. Intensification of anthocyanin extraction by pulse electric discharge.....	68

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Р. О. Беляков, О. Д. Фесенко. Оцінка ефективності протоколів маршрутизації OLSR, AODV, DSDV, MAODV спеціальних мереж класу MANET	75
О. О. Боскін, Н. В. Корніловська, В. М. Поліщук, Н. В. Сарафаниківа. Безпека веб-додатків та хакерські атаки.....	83
П. В. Бурчак, Л. М. Олещенко. Метод підвищення продуктивності вебдодатку в екосистемі фреймворку React.....	93
В. В. Ковалевський, Т. А. Вакалюк. Огляд наявних методів оцінки ефективності роботи систем захисту сервісів електронної комерції.....	102
В. Л. Левківський. Аналіз структури та функціональних можливостей медичних інформаційних систем України.....	111
О. Г. Трофименко, Н. І. Логінова, П. О. Тесленко, О. С. Савельєва, В. М. Поляков. Класифікація ризиків у проєктах із розробки програмного забезпечення.....	119
І. О. Хорошевська, П. Е. Мартиненко. Особливості розроблення мобільного додатку для роботи з відео та аудіо під операційну систему iOS.....	129
О. М. Шушура, В. В. Присяжнюк. Інформаційна система класифікації та маркування зображень для навчання моделей штучного інтелекту.....	137

УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

О. В. Кокорєва, Р. М. Набока, О. Є. Воскресенська. Рекламна діяльність як засіб підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств.....	143
---	-----

ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

В. М. Демченко, Н. М. Ковальська. Гендерне інтегрування як чинник реформування публічного управління в Україні.....	149
О. В. Козир, В. Д. Філіппова. Складові системи публічного управління соціальним розвитком міста.....	156
Д. О. Логачов. Інструменти модернізації демократичного врядування на локальному рівні	161
В. В. Ратушняк. Теоретичне підгрунття інституціонального розвитку громадянського суспільства	166
Є. О. Родіонов, В. Д. Філіппова. Теоретичні засади соціальної взаємодії влади та суспільства в сучасних умовах державотворення.....	171
О. Б. Школенко, Н. М. Шуляр, О. Ю. Чернишов. Основні пріоритети формування стратегії цифровізації бізнесу.....	176
Я. С. Якубовський. Теоретичні підходи до формування трансформаційної моделі громадянського суспільства в державі.....	184

СФЕРА ОБСЛУГОВУВАННЯ

С. М. Цвілий. Методологічний підхід до оцінювання інноваційних стимулів у постконфліктному відновленні індустрії туризму.....	189
--	-----

CONTENTS

ENGINEERING SCIENCES

V. V. Horskyi. Air pollution by industrial units and possible ways to solve the problem.....	9
O. V. Zurian. Justification of the temperature deviation of the heat carrier at the outlet of the well of the geothermal heat pump system as a feature of the hydrogeothermal regime of the Earth's outer shell.....	16
S. I. Kuznietsov, O. A. Venher, V. M. Bezpalchenko, O. O. Semenchenko, E. S. Ivkina. Oxidation of nitrogen oxides by oxygen in the liquid phase.....	27
D. O. Lychov, T. V. Petrenko, E. G. Safarov. Power supply of electric buses in motor transport enterprises.....	33
P. V. Lubyany, O. A. Voitovych, V. P. Slavych, I. O. Kuzmenko. Formation of the passenger transportation tariff as an example of population mobility in the city of Kherson	39
O. M. Melnyk. Aspects of ensuring the sustainable functioning of maritime transport.....	44
A. N. Frolov, S. R. Seliverstova. Use of thick layers of porous anodic silicon oxide for varicap manufacturing technology.....	53

THE TECHNOLOGY OF LIGHT AND FOOD INDUSTRY

A. Y. Lysykh, S. M. Kobayakov. Analysis of the use of mechanical processing equipment in the process of obtaining textile raw materials.....	60
L. V. Saleba, Y. G. Saribeykova, A. P. Hubaryk. Intensification of anthocyanin extraction by pulse electric discharge.....	68

INFORMATION TECHNOLOGIES

R. O. Bieliakov, O. D. Fesenko. Evaluation of the efficiency OLSR, AODV, DSDV, MAODV routing protocols in special MANET class networks	75
O. O. Boskin, N. V. Kornilovska, V. M. Polishchuk, N. V. Sarafannikova. Web application security and hacker attacks.....	83
P. V. Burchak, L. M. Oleshchenko. Method for increasing the performance of a web application in the React framework ecosystem.....	93
V. V. Kovalevskiy, T. A. Vakaliuk. Review of existing methods for assessing the effectiveness of the operation of e-commerce service protection systems.....	102
V. L. Levkivskiy. Analysis of the structure and functionality of medical information systems in Ukraine.....	111
O. G. Trofymenko, N. I. Loginova, P. O. Teslenko, O. S. Savielieva, V. M. Poliakov. Classification of software project risks.....	119
I. O. Khoroshevska, P. E. Martynenko. Features of the development of a mobile application for working with video and audio under the iOS operating system.....	129
O. M. Shushura, V. V. Prysyazhnik. Information system for image classification and labeling for training artificial intelligence models.....	137

MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

O. V. Kokorieva, R. M. Naboka, O. Y. Voskresenska. Advertising activities as a means of increasing the level of competitiveness of enterprises	143
---	-----

PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

V. M. Demchenko, N. M. Koval'ska. Gender integration as a factor of public administration reform in Ukraine.....	149
O. V. Kozyr, V. D. Filippova. Component systems of public administration of city social development.....	156
D. O. Lohachov. Instruments of modernization of democratic government at the local level.....	161

V. V. Ratushniak. Theoretical foundation of institutional development of civil society in the conditions	166
E. O. Rodionov, V. D. Filippova. Theoretical principles of social interaction of power and society in modern conditions of state building.....	171
O. B. Shkolenko, N. M. Shuliar, O. Yu. Chernyshov. Main priorities for the formation of business digitalization strategy.....	176
Ya. S. Yakubovskiy. Theoretical approaches to forming transformation model of civil society in the state.....	184

SERVICE SECTOR

S. M. Tsviliy. Methodological approach to assessing innovative incentives in the post-conflict recovery of the tourism industry.....	189
--	-----

ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

УДК 620.9.332.1

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.1>

В. В. ГОРСЬКИЙ

доктор філософії,
науковий співробітник відділу прогнозування енергетичної ефективності
та перспективних паливно-енергетичних балансів
Інститут загальної енергетики Національної академії наук України
ORCID: 0000-0001-9128-9556

ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПРОМИСЛОВИМИ БЛОК-СТАНЦІЯМИ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Робота присвячена висвітленню загальної проблеми забруднення повітря від промислових блок-станцій. Коли Україна стала договірною стороною Енергетичного Співтовариства, зобов'язалась виконувати поставлені вимоги Директиви 2010/75/ЄС, про обмеження промислових викидів. Для досягнення встановлених норм, необхідно значною мірою модернізувати обладнання на підприємстві, що потребує досить значних капіталовкладень. У такому випадку власникам застарілих блок-станцій, що працюють на вугіллі вигідніше вивести з експлуатації, а ніж працювати у збиток. Це може призвести до критичного дефіциту генеруючих потужностей в енергосистемі. Щоб не допустити розвитку такого сценарію, спалювальні установки, повинні сплачувати екологічний податок на викиди у розмірі, що приблизно відповідає витратам на роботу сучасних очисних установок. У роботі було розглянуто найбільші працюючі блок-станції України. Враховуючи повномасштабну війну на території нашої країни, що була підло розпочата росією, ситуація в енергосистемі стає досить невизначеною, а оскільки блок-станції також віддають надлишок на енергосистему України, то їх роль враховується у загальному балансі. Так плани по скороченню забруднюючих викидів від великих спалювальних установок, що були розроблені до початку війни, потребують повного оновлення. Більшість об'єктів генерації було зруйновано, а інша частина морально та фізично застаріла і її відновлення є недоцільним у теперішній ситуації. Таким чином після закінчення війни, по-воєнне відновлення країни повинне включати будівництво та введення нових генеруючих потужностей, які будуть побудовані за новими технологіями та стандартами. Для будівництва нових об'єктів та введення їх в експлуатацію потрібні значні кошти та тривалий час. Тому виникає необхідність підтримувати працездатність працюючих блок-станцій у так званій перехідний період, до введення нових потужностей.

Ключові слова: блок-станція, промислові енергооб'єкти, забруднюючі викиди, забруднення повітря.

V. V. HORSKYI

Doctor of Philosophy,
Researcher at the Department of Forecasting Energy Efficiency
and Prospective Fuel and Energy Balances
General Energy Institute of National Academy of Sciences of Ukraine
ORCID: 0000-0001-9128-9556

AIR POLLUTION BY INDUSTRIAL UNITS AND POSSIBLE WAYS TO SOLVE THE PROBLEM

The work is devoted to highlighting the general problem of air pollution from industrial block stations. When Ukraine became a contracting party of the Energy Community, it undertook to fulfill the requirements of Directive 2010/75/EC on limiting industrial emissions. In order to achieve the established norms, it is necessary to significantly modernize the equipment at the enterprise, which requires quite significant capital investments. In this case, it is more profitable for the owners of outdated coal-fired block stations to decommission than to operate at a loss. This can lead to a critical shortage of generating capacity in the power system. In order to prevent the development of such a scenario, incinerators must pay an environmental tax on emissions in the amount that roughly corresponds to the costs of operating modern treatment plants. The work considered the largest working block stations of Ukraine. Taking into account the full-scale war on the territory of our country, which was vilely started by Russia, the situation in the energy system becomes quite uncertain, and since block stations also give a surplus to the energy system of Ukraine, their role is taken into account in the overall balance. Thus, plans to reduce polluting emissions from large incineration plants, which were developed before the war, need a complete update. Most of the generation facilities were destroyed, and the other part is morally and physically obsolete and its restoration is impractical in the current situation. Thus, after the end of the war, the post-war reconstruction of the country should include the construction and introduction of new generating capacities, which will be built according to new technologies and standards. Building new facilities and putting them into operation requires significant funds and a long time. Therefore, there is a need to maintain the efficiency of working block stations during the so-called transition period, before the introduction of new capacities.

Key words: block station, industrial energy facilities, polluting emissions, air pollution.

Постановка проблеми

Загально відомо, що найбільшими забруднювачами атмосферного повітря виступають промислові об'єкти, що також підтверджено статистикою IEA та ПАСА [1], згідно їхніх даних в середньому 70% всіх забруднюючих викидів у атмосферне повітря викидає промисловість та енергетика. Відколи Україна стала договірною стороною Енергетичного Співтовариства, то прийняла зобов'язання дотримуватись положень договору про заснування Енергетичного Співтовариства та додатків до нього, згідно яких всі великі спалювальні установки мають відповідати вимогам Директиви 2001/80/ЄС про обмеження викидів деяких забруднюючих речовин у повітря від великих спалювальних установок. Потім вона була замінена Директивою 2010/75/ЄС про промислові викиди.

Згідно Національного плану скорочення викидів [2], Україна повинна суттєво скоротити викиди від існуючих великих спалювальних установок, потужністю від 50 МВт та більше. У додатках до цього плану було визначено всі установки що підпадають під дію Директиви 2010/75/ЄС.

Метою статті є огляд та аналіз шкідливого впливу на навколишнє середовище, від промислових блок-станцій та можливі шляхи вирішення цього питання враховуючи світову практику, в умовах повномасштабної війни та по-воєнного відновлення енергосистеми України.

Матеріал і результати досліджень

Світова практика екологічного регулювання промислових об'єктів базується на контролі концентрації забруднюючих речовин в димових газах (вилітають через трубу в атмосферу) та концентрації забруднюючих речовин в повітрі приземистого шару. Другий показник безпосередньо визначає шкідливий вплив забруднювачів на здоров'я людини, а перший використовується для контролю за екологічністю самих ТЕС. Водночас, в країнах Європейського Союзу екологічне регулювання посилюється за іншими показниками [3]. Зокрема, вводиться контроль часових і середньодобових показників, контроль ступеню уловлювання сірки (за рахунок роботи установок сіркоочищення) і здійснюється регулювання за найкращими доступними технологіями (НДТ), в рамках якого граничні викиди скорочуються ще в кілька разів.

Також варто звернути увагу на золовідвали, які є найважливішим фактором екологічних обмежень в роботі вугільних блок-станцій. Наприклад, в США у 2012р. вугільні електростанції виробили не менше 110 млн. тон золошлакових відходів – це одне з найбільших джерел промислових відходів у державі. Про масштабність проблеми свідчить статистика [4], – в 37 штатах із 50 є золовідвали, їх загальна кількість – понад 1400. Причому 70% таких об'єктів розташовуються поблизу населених пунктів, а 200 – поблизу річок, які служать джерелами питної води. Через це, починаючи з 2015р. регулятор вимагає від операторів діючих золовідвалів перевіряти їх структурну стійкість (вона контролюється інспекціями), оснащувати їх системами моніторингу підземних вод та ліквідувати забруднення у разі, якщо відходи прориваються у воду. При чому, зола та інші матеріали, якщо будуть вловлюватися новими ефективними фільтрами, замість традиційного зберігання на золовідвалі, можуть бути використані у будівельній галузі. Так у США 2017 р. досягнуто показник в 64% використання золошлакових відходів від вугільних ТЕС [5].

Підвищення вимог за викидами призводить до зростання як капітальних, так і операційних витрат на промислових об'єктах, які працюють на вугіллі. Це відбувається за рахунок збільшення екологічних платежів й витрат з впровадження комплексних заходів, зокрема, це стосується очищення димових газів.

Це означає, що, зокрема, майже всі блок-станції, що працюють на вугільні, необхідно буде або модернізувати, або зупинити. Варто також зазначити, що витрати операторів установок на експлуатацію, після їх модернізації збільшаться приблизно на 20%, що вплине на кінцеву вартість послуги та/або продукту. За таких умов, власникам вугільних установок вигідніше привести з експлуатації частину своїх теплових блоків, а ніж працювати у збиток. Такий розвиток подій може призвести до критичного дефіциту генеруючих потужностей.

Для виключення недобросовісної конкуренції в новій моделі енергоринку, спалювальні установки, на яких не обладнано нові засоби очищення димових газів, повинні сплачувати екологічний податок у розмірі, що компенсує витрати на роботу сучасних очисних установок.

Виклад основного матеріалу дослідження

Промислові блок-станції, які підпадають під дію директиви 2010/75/ЄС

На території України (за виключенням тимчасово окупованих територій), наразі працює трохи більше 10-ти блок-станцій, що в основному забезпечують потреби промислових підприємств, постачають тепло населенню прилеглому міста, а також генерують електричну енергію на базі теплового споживання та віддають до енергосистеми України.

У табл. 1 наведено основні технічні характеристики 10-ти найбільших блок-станцій. Більшість об'єктів вже відпрацювали свій парковий ресурс та є морально і фізично застарілими, середній вік коливається від 60 до 70 років. У зв'язку із відсутністю фінансування на капітальну реконструкцію або заміну обладнання, виникла необхідність обмежувати номінальну потужність генерації, щоб запобігти аварійним ситуаціям на об'єктах та зберегти їх працездатність. Також із закриттям великих промислових підприємств, які були основними споживачами блок-станцій, власники генеруючих підприємств були змушені знизити генерацію або перейти на погіршений режим роботи основного обладнання.

Таблиця 1

Характеристика найбільших блок-станцій

№	Назва об'єкта	Встановлена потужність		Основне (резервне) паливо	Котельні агрегати	Рік введення
		МВт	Гкал			
1	Білоцерківська ТЕЦ			Мазут (газ)	3 x БКЗ-320-140	1971
2	Дарницька ТЕЦ	160	1080	Вугілля (газ)	5 x ТП-170	1954
3	Дніпровська ТЕЦ	61,6	430	Вугілля (газ)	4 x ТП-87	1967
4	Кіровоградська ТЕЦ	15	140	Газ	ГМ-50-1, ТП-35/50	1930
5	Кременчуцька ТЕЦ	255	1131	Газ	4 x ТГМ-84, 1 x ПТВМ-180, 1 x КГВМ-180	1965
6	Миколаївська ТЕЦ	85	–	Газ	2 x ТКП-2 2 x ТП-230-2 2 x ПТВМ-100 КГВМ-100	1939
7	Смілянська ТЕЦ	8,5	–	Біомаса	КГВМ-20 ДКВР-10-39-44 П6-35/5М	2010
8	Кіровоградська ТЕЦ	1,7	22,962	Біомаса (газ)	3 x Е-16-3,9-360-Д ДЕ-25-1,4-50ГМО	2009
9	Черкаська ТЕЦ	230	430	Газ, вугілля	4 x ПК-19-2 5 x БКЗ-220-100ГЦ 3 x ПТВМ-100 2 x ДКВР-180	1961
10	Чернігівська ТЕЦ	210	500	Газ, вугілля	4 x БКЗ-210-140ПТ ТГМ-84"Б" 2 x ПТВМ-100	1964

Примітка: курсивом позначені водогрійні котли

У зв'язку повномасштабним вторгненням росії на нашу територію, та цинічним знищенням наших енергетичних об'єктів ракетними обстрілами, виникає складна ситуація у сфері генерації. Відповідно до заяви Володимира Кудрицького, голови правління НЕК «Укренерго» у інтерв'ю для журналу «Forbes» [6], немає потреби відновлювати все як було, у планах побудувати нові об'єкти із використанням сучасних технологій та рішень. Також враховуючи національний енергетичний і кліматичний плану (НЕСР) головні пункти якого були озвучені в [7] [8], до 2050 року енергетичний сектор має бути максимально наближений до кліматичної нейтральності. Це позначатиме наявність чистої енергії, подолання енергетичної бідності, розвиток інноваційної та децентралізованої енергосистеми, повноцінне функціонування національних енергетичних ринків і їх інтеграцію в міжнародні.

Оскільки для повоєнного відновлення сектору генерації та промисловості, необхідно значне фінансування та тривалий час, тому виникає необхідність у підтриманні стабільної роботи існуючих об'єктів генерації, та поступовою їх повною реконструкцією або виведенням із роботи установок, що не відповідають встановленим екологічним вимогам.

Можливе скорочення споживання палива та викидів забруднюючих речовин в атмосферу від промислових підприємств

Розглядаючи можливі обсяги зменшення споживання палива та скорочення забруднюючих викидів в атмосферу, не можна повністю покладатися на теоретичні розрахунки. Оскільки варто також враховувати технологічні обмеження певних об'єктів та доцільність застосування заходів по зменшенню об'ємів викидів, тому у деяких ситуаціях економічніше, щоб обладнання допрацювало певний період, доки не буде побудовано технологічно нове підприємство.

Вихідні дані для оцінки скорочення споживання палива та об'ємів викидів забруднюючих речовин на розглянутих блок-станція за 2020 р, представлені у Таблиця 2 [9].

При спалюванні твердого палива використовується лише система очистки димових газів від твердих частинок. Промислові сірко або азотоочистки в Україні не експлуатуються. На даний час працює лише одна напівсуха сіркоочистка на енергоблоці № 2 Трипільської ТЕС, з показниками щодо вихідної концентрації $SO_2 < 400$ мг/нм³, що відповідає директиві ЄС.

Для уловлювання твердих частинок в Україні використовують сухі та мокрі технології уловлення. Щодо викидів азоту при спалюванні вугілля, то переважна більшість енергетичних котлів працює з рідким шлаковидаленням, що підвищує викиди термічних оксидів азоту.

Найбільш розповсюдженою технологією очистки димових газів від **твердих частинок** є електрофільтри. Нові електрофільтри української розробки дозволяють забезпечити необхідні концентрації твердих частинок для існуючих установок 50 МВт (30–50 мг/нм³). Більша ступінь очищення димових газів від твердих частинок досягається

завдяки застосуванню рукавних фільтрів, а концентрація золи в димових газах може бути досягнута нижче 20 мг/м³ при 6% O₂ та нижче, що відповідає жорстким вимогам директиви ЄС [10]. Однак при їх застосуванні для очищення димових газів, що надходять із котлоагрегатів виникають певні проблеми: щодо їх регенерації (наливання твердих частинок на матеріал фільтру), пошкодження матеріалів фільтру гострими твердими частинками, забезпечення умов безпечної їх експлуатації (недопущення займання матеріалу) [11].

Таблиця 2

Основні екологічні показники розглянутих блок-станцій

№	Назва об'єкта	ID*	Споживання, ГДж мазут / газ / вугілля	SO ₂ , т	NO _x , т	Пил, т
1	Білоцерківська ТЕЦ	39.1	- / 6 091,739 / -	78,3	441,4	3,1
2	Дарницька ТЕЦ	41 42.1	- / 2 635,531 / 6 955,861 - / 2 699,554 / 2 135,289	3 527,5 1 092,9	1 6671,1 664,9	2 269,5 755,6
3	Дніпровська ТЕЦ	45 47 48	- / 875,086 / - - / 326,721 / - - / 466,779 / -	0	0	0
4	Кіровоградська ТЕЦ	59 60 62 63 64 65 66 67 68	- / 543,444 / - - / 725,091 / - - / 135,378 / - - / 954,239 / - - / 639,077 / - - / 311,832 / - - / 507,161 / - - / 190,235 / - - / 148,793 / -	0	0	0
5	Кременчуцька ТЕЦ	57.1	2 993,519 / 8 707,061 / -	1 309,5	761,9	39,5
6	Миколаївська ТЕЦ	72	- / 1 771,153 / -	0	0	0
7	Смілянська ТЕЦ	-	<i>Біомаса</i>		119,9	5,6
8	Кіровоградська ТЕЦ	13.1 14 15.1 16.1	- / - / 6 611,12 - / - / 7 381,648 - / - / 4 768,307 - / - / 2 237,762	14 242,8 3 072,3 643,2 1 321,7	1 164 857,3 - 1 580,7	89,4 1 131,2 - 7 050,6
9	Черкаська ТЕЦ	90 91 95	- / 263,243 / - - / 11 222 / 447,973 - / 482,325 / -	- 8 716,5 -	26,3 8 690,2 48,3	- 4 050,5 -
10	Чернігівська ТЕЦ	96	- / 1 879,409 / 10 510,321	5 799,3	2 474,2	2 781,4

*ID підприємства, відповідно до списку Національного плану скорочення

0 – дані відсутні або у закритому доступі

Найбільш маловитратними способами очищення димових газів від **оксидів сірки** є подача сорбенту в топкову камеру, однак тільки при використанні технології ЦКШ вдається досягнути суттєвого результату до 90%, в порівнянні із факельним спалюванням 5-10% [11]. Слід зауважити, що недоліком використання зв'язування оксидів сірки сорбентом в ЦКШ є різке збільшення парикового газу – закису азоту (N₂O), згідно із [12] даний показник становить 56 г/ГДж, при чому як при факельному спалюванні – 1,4 г/ГДж, а у камері згорання газової турбіни – 2,5 г/ГДж.

Технології очищення димових газів від оксидів сірки досить відпрацьовані в розвинених країнах, наприклад в США необхідний ступінь очищення димових газів від SO₂ дорівнює 98%. Найбільш дешевий і простий промисловий спосіб десульфатції полягає в поглинанні оксидів сірки лужною водою. Так при розташуванні ТЕС на березі моря, можна використовувати лужну морську воду для поглинання SO_x [13]. Поширені у світі методи очищення димових газів від оксидів сірки [11], що вимагають високих капітальних витрат, але при цьому гарантують високу ступінь очистки:

- Мокра вапнякова технологія – до 98%;
- Аміачно-сульфатна технологія – до 99%;
- Сульфатно-магнієва технологія – до 97%;
- Спрощена мокро-суха вапнякова технологія – 60%;
- З циркулюючою інертною масою або абсорбером ЦКШ – 93%;
- З використанням мокрих золоуловлювачів з трубами Вентурі – 60%.

Найбільш вивченими та розповсюдженими технологіями зниження викидів **оксидів азоту** під час спалювання палива є пригнічення їх утворення під час горіння, або часткове відновлення в топковій камері [11] [14]. У той же час, топкові технології зниження утворення та викидів NO_x широко застосовуються в світі при спалюванні всіх палив, причому, у випадку твердих, як перший ступінь зниження концентрації оксидів азоту в димових газах, що дозволяє заощаджувати вартісні реагенти, наприклад, аміак. Тобто, топкові методи зниження утворення NO_x у поєднанні їх

з методами очистки димових газів складають цілісну технологію яка дозволяє знизити питомі викиди оксидів азоту до необхідного рівня з найменшими капітальними та експлуатаційними витратами, що є ознакою належності топкових технологій зниження утворення та викидів NOx при спалюванні твердих палив, у тому числі відходів.

Зауважимо, що застосування топкових методів зниження NOx при спалюванні твердого палива, може порушити режим шлаковидалення, особливо рідкого, а при сухому можливе збільшення горючих у віднесенні. Незважаючи на це, можливо знизити оксиди азоту до 50% і більше комбінацією різних топкових заходів зниження NOx.

Оскільки переважна більшість котлоагрегатів в Україні відпрацювали парковий ресурс, але значна частина котлів має залишковий фізичний, відповідно, рекомендується їх перемаркування на меншу потужність з застосуванням методів зниження NOx, що ґрунтуються на використанні штатного тягодуттєвого обладнання (перепуск димових газів з димососу на всмоктування дуттєвого вентилятора – «саморециркуляція») [15]. Відмітимо такі основні позитивні аспекти зменшення номінальної потужності котлоагрегатів, при їх перемаркуванні [15]:

- спалювання природного газу буде проходити в топці більшого об'єму (зменшення теплової напруги топкової камери), що збільшує ресурс топкових екранів, пальників і перших по ходу димових газів пакетів конвективної частини;

- зменшення максимального об'єму димових газів на 30–40% дозволить застосувати повноцінну рециркуляцію димових газів на новій номінальній потужності для зниження NOx із застосуванням існуючого тягодуттєвого обладнання. При застосуванні рециркуляції додатково збільшується ресурс топкової камери, пальників і перших по ходу газів конвективних пакетів за рахунок зменшення температурного рівня між димовими газами та поверхнями.

Однак, у разі якщо котли відпрацювали свій парковий ресурс і мають залишковий фізичний, а вартість їх реконструкції чи модернізації більше орієнтовно 50% вартості закупки нового котла (з урахуванням проектних, монтажних та пуско-налагоджувальних робіт), то необхідність заміни старих котлів на нові, обґрунтовується такими факторами як [15]:

- при установці нового котла всі елементи його номенклатури серійно випускаються промисловістю (арматура, поверхні нагріву, тощо) і можуть бути замовлені та замінені в найкоротші терміни з нижчими фінансовими витратами в порівнянні з замовленням не серійного обладнання;

- використовуються сучасні КВП (контрольно-вимірвальні прилади) та серійна система автоматичного управління котлом, що побудована на новій елементній базі;

- топка котла, як правило, розрахована під номенклатуру пальників, що випускаються на даний час не тільки вітчизняними, а й закордонними виробниками, у тому числі розрахована на пальники Low NOx burner;

- кількість постійного технічного персоналу менше чи він може бути взагалі відсутній, що зменшує експлуатаційні затрати;

- викиди забруднюючих речовин відповідають директивам ЄС.

Також треба враховувати, що у зв'язку з тим, що для існуючих ПСУ середньою вхідною тепловою потужністю від 1 до 50 МВт допускаються значно вищі рівні викидів забруднюючих атмосферу речовин ніж для більш потужних і, зважаючи на низький коефіцієнт використання встановленої потужності майже всіх котлоагрегатів в цілому по Україні [15].

Розглядаючи техніко-економічні показники впровадження природоохоронних технологій та заходів на блок-станціях проводяться із використанням збільшення середньої зваженої собівартості електричної та теплової енергії за життєвий цикл (LCOE). Так, як блок-станції переважно покривають потреби промислових підприємств, а в енергосистему віддають надлишок електричної енергії, то цілком можна розглянути тільки в частині електричної енергії. Далі приведено капітальні та питомі витрати для деяких технологій [16]:

1. Для уловлювання твердих частинок використовують:

a. електростатичні фільтри (питомі витрати складають: капітальні 25,6–46,4 дол./кВт, експлуатаційні 0,028–0,037 цент/кВт·год);

b. тканинні або рукавні фільтри (питомі витрати: капітальні 36 дол./кВт, експлуатаційні 0,186 цент/кВт·год).

2. Для очищення від SO₂:

a. напівсуха десульфуризація (питомі капітальні витрати 1,67–5,3 дол./кВт, вартість уловлювання оксидів сірки 60,8 дол./т (0,216 цент/кВт·год));

b. мокре сіркоочищення димових газів (питомі капітальні витрати 83,74–173 120,9 дол./кВт, вартість уловлювання оксидів сірки 73,6 дол./т (0,261 цент/кВт·год));

c. новітня інтегрована десульфуризація (питомі витрати: капітальні 46,52–65,13 дол./кВт, експлуатаційні 1,67–2,23 цент/кВт·год).

3. Для зменшення викидів NOx:

a. селективне некаталітичне відновлення (питомі капітальні витрати 9,3–13,96 дол./кВт);

b. селективне каталітичне відновлення (питомі капітальні витрати 65,13–83,74 дол./кВт).

Також авторами у роботі [16] було приведено розрахунок для 14-ти варіантів заходів з очищення димових газів від пилових частинок, двооксиду сірки та оксидів азоту. Результати яких показали зростання собівартості

електроенергії складатиме: мінімально 4,5 коп./кВт·год (відсутні сіркоочистка та золоочистка, лише селективне некаталітичне відновлення); максимально 103 коп./кВт·год (електростатичний фільтр; новітня інтегрована десульфуризація; селективне некаталітичне відновлення + селективне каталітичне відновлення).

Висновки

Зважаючи на складну економічну ситуацію у зв'язку із війною розпочатою країною агресором, енергетична система України зазнала великих пошкоджень від російських ракетних атак: близько половини системи пошкоджено, зруйновано більше двадцяти об'єктів генерації [17]. До того ж наразі працююче обладнання більшості блок-станцій вже відпрацювало свій ресурс та потребує заміти або реконструкції.

Якщо розглядати споживання первинних енергоресурсів, та об'єми викидів забруднюючих речовин на перспективу, то слід враховувати, що параметри із якими наразі працює основне енергетичне обладнання в Україні, можна розглядати максимум на 5 років після закінчення війни. Оскільки всі енергетичні об'єкти, що були сильно пошкоджені, не будуть відновлюватися, бо це не вигідно та не доцільно. А енергоблоки які морально та фізично застаріли, але зберегли свою працездатність, будуть виведені із експлуатації відразу, як буде введено нові потужності. Це буде зумовлено тим, що технології дуже суттєво відрізнятимуться, і модернізувати «старі» буде економічно не вигідно, адже сучасні технології дозволяють отримати кінцевий продукт/послугу із нижчою собівартістю, а також мають менший вплив на навколишнє середовище.

Тому розглядаючи перехідний період, що виникне після закінчення війни і до введення нових потужностей. В цей період актуальним буде питання підтримання працездатності існуючих блок-станцій, які потребують модернізації та вдосконалення систем очищення димових газів. Як показав аналіз, то середнє зростання собівартості електроенергії складатиме 64,5 коп./кВт·год.

Список використаної літератури

1. International Energy Agency, «Coal 2017: Analysis and Forecasts to 2022».
2. Кабінет Міністрів України розпорядження від 24 листопада 2021 р. № 1512-р, «Про внесення змін до Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок та визнання таким, що втратило чинність, розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 червня 2018 р. № 428». Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text>.
3. Overview: National coal phase-out announcements in Europe. Status as of June 2018. / Europe Beyond Coal.
4. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Available: <https://www.epa.gov/>.
5. American Coal Ash Association:», Available: <https://www.aca-usa.org>.
6. Володимир Кудрицький, Interviewee, «Не потрібно відновлювати енергосистему як було». Голова правління НЕК «Укренерго» про дефіцит, пошкодження мереж і наступну зиму. [Інтерв'ю]. 29 травень 2023.
7. Юлія Свириденко, «Національний енергетичний і кліматичний план України має стати частиною повоєнного відновлення країни» Міністерство економіки України, 24 квітня 2023. Available: <https://www.me.gov.ua/News/Detail?lang>.
8. Ольга Чайка, «Жодного зв'язку з реальністю». 21 червня Україна презентує в Лондоні черговий «план Маршала». Forbes дізнався подробиці енергетичної частини програми відбудови,» 16 червень 2023. Available: <https://forbes.ua/money/zhodnogo-zv'yazku-z-realnistyu-21-cher-vnya-ukraina>.
9. Susak Oleg, «Міністерство енергетики та вугільної промисловості України». Available: <https://view.officeapps.live.com/> [Дата звернення: 01 червень 2023].
10. Directive 2010/75/EU, of the European parliament and of the council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) : Official Journal of the European Union. 2010. 17 December. 119 p.
11. А.В. Сміхула, І.Я. Сігал, Б.І. Бондаренко, Технології зниження шкідливих викидів до атмосфери тепловими електростанціями та котельними великої і середньої потужності України, Київ: ФОП Маслаков, 2019.
12. ГДК 34.02.305-2002, Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок: методика визначення, Київ: КВІЦ, 2002.
13. Katsuo Oikawa, Chaturong Yongsiri, Kazuo Takeda, Takayoshi Harimoto, «Seawater Flue Gas Desulfurization: Its Technical Implication and Performance Results,» *Environmental Progress*, т. 22, № 1., 67-73, 2003.
14. Smoot L.D., Hill S.C. та Xu H., «NOx control through reburning» *Progress in Energy and Combustion Science*, т. 24, № 5, pp. 385-408, 1998.
15. Сігал І.Я., Сміхула А.В. та Домбровська Е.П., «Технології та досвід провадження методів зниження утворення оксидів азоту при спалюванні газу в котлах,» *Ukrainian-Polish Conference "The problems of air pollution and purification: control, monitoring, catalytic, photocatalytic and sorption methods of treatment"*, pp. 30-31, 6-8 November 2016.
16. Кривда О.В. та Шахбазов І.О., Оцінка економічності впровадження заходів зменшення викидів, «II Міжнародна науково-практична конференція «Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи», Київ, 2021.
17. Артур Крижний, «Будуємо нову країну: як Україна замінить старі й зруйновані електростанції,» Уніан, 2023.

References

1. International Energy Agency, «Coal 2017: Analysis and Forecasts to 2022».
2. Kabinet Ministriv Ukrainy [Cabinet of Ministers of Ukraine], Rozporiadzhennia vid 24 листопада 2021 р. № 1512-р, «Pro vnesennia zmin do Natsionalnogo planu skorochennia vykydiv vid velykykh spaliuvalnykh ustanovok ta vyznannia takym, shcho vtratilo chynnist, rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 13 chervnia 2018. № 428» [order dated November 24, 2021 No. 1512-r, "On amending the National Plan for the reduction of emissions from large incineration plants and recognizing as invalid the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated June 13, 2018 No. 428"], Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text>, (accessed 18 July 2023).
3. Overview: National coal phase-out announcements in Europe. Status as of June 2018. *Europe Beyond Coal*.
4. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Retrieved from: <https://www.epa.gov/>, (accessed 18 July 2023).
5. American Coal Ash Association:, Retrieved from: <https://www.acaa-usa.org>, (accessed 15 July 2023).
6. Chaika, O., Orel, I. (2023, 29 travnia). Ne potribno vidnovliuvaty enerhosystemu yak bulo [There is no need to restore the power system as it was]. *Holova «Ukrenerho» pro defitsyt, poshkodzhennia merezh i nastupnu zymu* [The head of "Ukrenergo" about the shortage, damage to networks and the coming winter]. (Interv'iu – Forbes.ua), Retrieved from: <https://forbes.ua/money/29052023-13786>, (accessed 15 July 2023).
7. Svyrydenko, Yu. (2023, 24 kvitnia). Natsionalnyi enerhetychnyi i klimatychnyi plan Ukrainy maie staty chastynoiu povoiennoho vidnovlennia krainy [The national energy and climate plan of Ukraine should become part of the country's post-war recovery]. *Ministerstvo ekonomiky Ukrainy* [Ministry of Economy of Ukraine]. Retrieved from: <https://www.gov.ua/News/Detail?lang-uk-UA&-amp;id=799a369f-e2a5-4a66-a2b1-0e62897c6eal&title=NatsionalniiEnergetichniiKlimatichniiPlan>, (accessed 10 July 2023).
8. Chaika O. (2023, 16 chervnia). «Zhodnogo zviazku z realnistiu». 21 chervnia Ukraina prezentuie v Londoni chervhoyi «plan Marshalala» ["No connection with reality." On June 21, Ukraine will present another "Marshall Plan" in London]. *Forbes diznavsia podrobytsi enerhetychnoi chastyny prohramy vidbudovy – Forbes.ua* [Forbes learned the details of the energy part of the reconstruction program]. Forbes.ua. Retrieved from: <https://forbes.ua/money/zhodnogo-zv'yazku-z-realnistiu-21-chervnyia-ukraina-prezentuie-v-londoni-cherhoviy-plan-marshala-forbes-diznavsya-podrobitsi-energetichnoi-chastini-programi-vidbudovi-16062023-14253>, (accessed 11 July 2023).
9. Susak O. (2018). lcp-ied_art72_1. *Ministerstvo enerhetyky ta vuhilnoi promyslovosti Ukrainy* [Ministry of energy and coal production of Ukraine]. Retrieved from: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https://cdr-eionet.europa.eu/Converters/ua/eu/lcp_ied/envxppjxw/lcp-ied_art72_1.xls&wdOrigin=BROWSELINK, (accessed 1 Juny 2023).
10. Directive 2010/75/EU, of the European parliament and of the council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) : Official Journal of the European Union. 2010. 17 December. 119 p.
11. Smikhula, A., Sihal, I., Bondarenko, B., & Semeniuk, N. (2019). *Tekhnolohii znyzhennia shkidlyvykh vykydiv do atmosfery teplovymy elektrostantsiamy ta kotelnymy velykoi i serednoi potuzhnosti Ukrainy* [Technologies for reducing harmful emissions into the atmosphere by thermal power plants and boiler plants of large and medium capacity of Ukraine]. FOP Maslakov. (in Ukrainian).
12. HDK 34.02.305-2002, (2002), *Vykydy zabrudniuvalnykh rehovyn u atmosferu vid enerhetychnykh ustanovok: metodyka vyznachennia* [Emissions of pollutants into the atmosphere from power plants: method of determination], Kyiv: KVITs.
13. Katsuo Oikawa, Chaturong Yongsiri, Kazuo Takeda, Takayoshi Harimoto, (2003), «Seawater Flue Gas Desulfurization: Its Technical Implication and Performance Results,» *Environmental Progress*, vol. 22, № 1, pp 67-73.
14. Smoot L.D., Hill S.C., Xu H., (1998) «NOx control through reburning,» *Progress in Energy and Combustion Science*, т. 24, № 5, pp. 385-408.
15. Sihal I.Ia., Smikhula A.V., Dombrovska E.P., (2016, November), «Tekhnolohii ta dosvid provadzhennia metodiv znyzhennia utvorennia oksydiv azotu pry spaliuvanni hazu v kotlakh» [Technologies and experience of implementing methods of reducing the formation of nitrogen oxides during gas combustion in boilers], *Ukrainian-Polish Conference "The problems of air pollution and purification: control, monitoring, catalytic, photocatalytic and sorption methods of treatment"*. pp. 30-31.
16. Kryvda, O., & Shakhbazov, I. (2021, April). Otsinka ekonomichnosti vprovadzhennia zakhodiv zmenshennia vykydiv z dymovymy hazamy na TES Ukrainy [Evaluation of the cost-effectiveness of implementing measures to reduce emissions with flue gases at TPPs of Ukraine]. *II Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiia Biznes, innovatsii, menedzhment: problemy ta perspektyvy* [II International scientific and practical conference Business, innovations, management: problems and prospects]. pp. 172-173.
17. Kryzhnyi, A. (2023, 29 April). Buduiemo novu krainu: yak Ukraina zaminiatyme stari y zruinovani elektrostantsii [Building a new country: how Ukraine will replace old and destroyed power plants.], *Novyny Ukrainy – UNIAN* [News of Ukraine – UNIAN], Retrieved from: <https://www.unian.ua/economics/energetics-buduyemo-novu-krajynu-yak-ukrajina-zaminyatime-stari-y-zruynovani-elektrostanciji-12237192.html>, (accessed 8 July 2023).

О. В. ЗУР'ЯН

кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник відділу геотермальної енергетики

Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

ORCID: 0000-0002-2391-1611

ОБГРУНТУВАННЯ ДЕВІАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА ВИХОДІ З СВЕРДЛОВИНИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ТЕПЛОНОСОСНОЇ СИСТЕМИ ОСОБЛИВІСТЮ ГІДРОГЕОТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ЗОВНІШНЬОЇ ОБОЛОНКИ ЗЕМЛІ

В роботі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень щодо обґрунтування місця розташування свердловин гідротермальної теплоносною системи для стабільного та ефективного отримання низькопотенційної геотермальної енергії. Доведено, що найбільш ефективними є теплоносні системи які використовують тепло ґрунту або ґрунтових вод та мають теплообмінники та свердловини встановлені на глибину нижче нейтрального шару. Наведено ендегенні та екзогенні фактори, що впливають на глибину залягання нейтрального шару. Визначено, що екзогенні фактори в порівнянні з ендегенними мають більший вплив на формування термічного режиму гідросфери. Наведено загальні закономірності зміни термічного режиму гідросфери що перебуває під впливом екзогенних факторів. Обґрунтовано, що в залежності від гідрогеологічних умов, зони розташування свердловин геотермальної теплоносною системи, нижче теоретично визначеної глибини нейтрального шару можуть повторно утворюватися зони з суттєвою девіацією температури ґрунту. Визначені критерії що визначають тип гідрогеотермічного режиму та наведено класифікацію типів гідрогеотермічного режиму.

Представлено розроблену і сконструйовану в Інституті відновлюваної енергетики НАН України експериментальну теплоносну систему, яка складається з теплового насосу та двох свердловин, через які забезпечується циркуляція води від підземного горизонту до теплового насосу. В свердловині та на поверхні встановлені температурні датчики. Розроблено методику проведення досліджень.

Наведено результати експериментальних досліджень на підставі яких встановлено, що за рахунок особливих геоморфологічних умов ділянки розташування системи, температура води в водоносному горизонті (на глибині 50 м) залежить від температури повітря та інтенсивності сонячної інсоляції протягом дня. Доведено, що між водоносним горизонтом розкритим свердловинами та розташованими рядом ставками в балках є гідравлічний зв'язок, а незначна відстань між ними та особливий рельєф місцевості впливають на зміну температури води в свердловині глибиною 50 м.

Викладено основні закономірності впливу поверхневих гармонійних змін температури на режим температури зовнішньої оболонки Землі. Наведена класифікація в якій враховуються усі можливі основні типи гідрогеотермічного режиму.

Отримані в ході дослідження результати мають важливе наукове і прикладне значення при проектуванні геотермальних та гідротермальних теплоносоносних систем. Крім того мають перспективу подальші дослідження можливостей та ефективності використання водоносного горизонту як природного акумулятора теплоти для стабільної генерації енергії від відновлюваних джерел незалежно від кліматичних умов і пори року.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, геотермальна енергія, гідротермальна енергія водоносний горизонт, нейтральний шар, тепловий насос, водозабір, теплота ґрунту, ґрунтові води.

O. V. ZURIAN

Candidate of Engineering Sciences,

Senior Research at the Department of Geothermal Energy

Institute of Renewable Energy

of the National Academy of Sciences of Ukraine

ORCID: 0000-0002-2391-1611

JUSTIFICATION OF THE TEMPERATURE DEVIATION OF THE HEAT CARRIER AT THE OUTLET OF THE WELL OF THE GEOTHERMAL HEAT PUMP SYSTEM AS A FEATURE OF THE HYDROGEO THERMAL REGIME OF THE EARTH'S OUTER SHELL

The paper presents the results of theoretical and experimental research on the justification of the location of the wells of the hydrothermal heat pump system for stable and efficient production of low-potential geothermal energy. It has been proven that the most effective are heat pump systems that use the heat of the soil or groundwater and have heat exchangers and wells installed at a depth below the neutral layer. Endogenous and exogenous factors affecting the depth

of the neutral layer are given. It was determined that exogenous factors compared to endogenous factors have a greater influence on the formation of the thermal regime of the hydrosphere.

The general regularities of changes in the thermal regime of the hydrosphere under the influence of exogenous factors are given. It is substantiated that, depending on the hydrogeological conditions, the zones where the wells of the geothermal pump system are located, below the theoretically determined depth of the neutral layer, zones with a significant deviation of the soil temperature may re-form. The criteria determining the type of hydrogeothermal regime are determined and the classification of types of hydrogeothermal regime is given.

An experimental heat pump system developed and constructed at the Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine is presented, which consists of a heat pump and two wells through which water circulates from the underground horizon to the heat pump. Temperature sensors are installed in the well and on the surface. Research methods have been developed.

The results of experimental studies are presented, based on which it was established that due to the special geomorphological conditions of the location of the system, the water temperature in the aquifer (at a depth of 50 m) depends on the air temperature and the intensity of solar insolation during the day. It has been proven that there is a hydraulic connection between the aquifer opened by the wells and the ponds located in a row in the beams, and the small distance between them and the special topography of the area affect the change in the temperature of the water in the well 50 m deep.

The main regularities of the effect of surface harmonic temperature changes on the temperature regime of the Earth's outer shell are outlined. The classification is given, which takes into account all possible main types of hydrogeothermal regime.

The results obtained during the research have important scientific and applied significance in the design of geothermal and hydrothermal heat pump systems. In addition, further research into the possibilities and effectiveness of using the aquifer as a natural heat accumulator for stable energy generation from renewable sources regardless of climatic conditions and seasons is promising.

Key words: renewable energy sources, geothermal energy, hydrothermal energy aquifer, neutral layer, heat pump, water intake, soil heat, groundwater.

Постановка проблеми

Питання переходу на безвуглецеву технології та відновлювану енергетику є актуальним у зв'язку зі зростанням світового споживання енергії та зростанням викидів парникових газів, особливо вуглекислого газу. За даними Всесвітньої організації охорони природи (World Wildlife Fund, (WWF)), енергетика є найбільшим джерелом викидів парникових газів, що сприяє глобальному потеплінню і зміні клімату на Землі. Перехід на безвуглецеві технології та відновлювану енергетику має на меті зменшити залежність від викопного палива та зменшити викиди парникових газів, що допоможе зберегти природні ресурси та зменшити вплив на довкілля. Крім того, перехід на відновлювану енергетику може зменшити залежність країн від імпорту нафти та газу та сприяти розвитку нових технологій та ринків. Таким чином, перехід на безвуглецеві технології та відновлювану енергетику є необхідним кроком для збереження довкілля та забезпечення сталого розвитку людства.

Ще однією важливою умовою застосування відновлювальних джерел енергії, яка набула значення у наслідок воєнної агресії росії проти України, стала актуальність питання переходу на децентралізовані системи опалення та електропостачання. Для окремих поселень, малих містечок, та окремих районів великих міст оптимальним у цьому випадку є застосування систем опалення та кондиціонування з використанням теплових насосів типу вода-вода, або вода-повітря. В якості відновлюваного джерела енергії в яких економічно та конструктивно доцільно використовувати теплову низько потенційну енергію води з свердловини якою розкрито водоносний горизонт.

Відомо, що ефективність та стабільність роботи теплового насоса залежить від температури та дебіту теплоносія на вході до його випарника. Тому актуальною задачею на стадії проектування даних систем є прогнозування можливих змін показників даних параметрів протягом прогнозованого часу роботи системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У науковій літературі описані приклади успішної реалізації геотермальних теплонасосних систем у будівлях різного типу та масштабу. Наприклад, в роботі [1, 2] автори виконали аналіз геотермального потенціалу Литви та інших держав з урахуванням щільної забудови урбанізованих територій та можливість використання геотермальних теплонасосних систем для опалення та охолодження публічних будівель. Перспективи застосування теплових насосів в Україні досліджені в роботах [2, 3, 4]. Аналіз гідрогеологічних і геотермічних характеристик геотермальних об'єктів України виконано в роботі [5]. Проводяться активні науково-дослідницькі роботи з вивчення фізичних особливостей та енергетичної ефективності акумулювання тепла та холоду шляхом використання води підземних горизонтів [6, 7]. Разом з тим, зважаючи на те, що у теплонасосній системі що в якості теплоносія використовує воду з водоносного горизонту розкритого свердловиною в якості колектора для забору низькопотенційної теплової енергії виступає природне середовище (водоносний горизонт), а не технічний пристрій (теплообмінник), актуальними залишаються питання дослідження надійності та стабільності отримання необхідних параметрів температури та дебіту для ефективної роботи тепло насосної системи в залежності від

місця її встановлення, та розробки науково-технічних засад проектування даних систем в цілому. З практичної точки зору науковий інтерес викликають дослідження що враховують реальні умови розміщення даних систем. Тому виникла потреба продовження проведених в [8, 9] досліджень, що зроблено у даній статті.

Формулювання мети дослідження

Тепловий режим поверхні Землі, ґрунту та земної кори обумовлений сумарною сонячною радіацією та теплоти висхідного до поверхні ґрунту із глибин Землі, визначає температуру підземних вод, яка коливається в широких межах від негативної (переохолоджені солоні води до перевищуючої 100 °С (перегріті води гейзерів). Води м найнижчими температурами зустрічаються в області вічної мерзлоти, з найбільш високими – в області молодої вулканічної діяльності і районах де підземні води по тектонічним розломам і тріщинам піднімаються з великих глибин земної кори. У свою чергу підземні води самі є одним із важливих факторів теплообміну, що протікає в земній корі, оскільки термічні властивості гірських порід залежать від вологості та руху в них різного роду рідин.

Рух води в земній корі, гірських породах, що її складають, як відомо, може відбуватися під впливом гідравлічного градієнта (ламінарна і турбулентна фільтрація), під дією капілярних сил, осмосу, розчинених газів, температурного градієнта, конвекції і т.д. Причому часто в теплообміні беруть участь не один а декілька видів руху вологи одночасно. Тому питання формування температури підземних вод є нині ще недостатньо відомим, що потребує подальшого вивчення при гідрогеологічних та теплофізичних дослідженнях різних видів підземних вод земної кори.

Метою роботи є шляхом аналізу експериментально отриманих даних добової зміни температури води в свердловині глибиною 50 м, та теоретичного обґрунтування можливості девіації температури ґрунту нижче нейтрального шару під впливом як ендегенних так і екзогенних факторів, визначити можливі зміни теплотехнічних параметрів свердловини, які можуть негативно впливати на ефективність роботи геотермальної теплонасосної системи.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відповідно до поставленої мети дослідження були вирішені такі завдання: по-перше – проведено аналіз експериментально отриманих даних температури води у водоносному горизонті розкритого свердловинами, що входить до складу геотермальної теплонасосної системи Інституту відновлюваної енергетики НАН України; по-друге, обґрунтовано, що екзогенні фактори в порівнянні з ендегенними мають більший вплив на формування термічного режиму гідросфери; по-третє обґрунтовано, що девіація температури теплоносія на виході з свердловини залежить від типу гідрогеотермічного режиму, та наведено класифікацію, яка враховує усі можливі основні типи гідрогеологічного режиму; по-четверте, визначено можливі зміни гідрологічних параметрів свердловини, які можуть негативно впливати на ефективність роботи геотермальної теплонасосної системи

Експериментальна геотермальна теплонасосна система Інституту відновлюваної енергетики НАН України (типу ГЦС – геотермальна циркуляційна система), є теплообмінним пристроєм, який складається із двох свердловин (№ 1 та № 8), поєднаних трубопроводами для циркуляції підземних вод між водоносним горизонтом та будівлею Інституту де встановлено тепловий насос (Рис. 1). Детальний опис системи та геоморфологічні й гідрогеологічні особливості місця її розташування наведено в роботі [9].

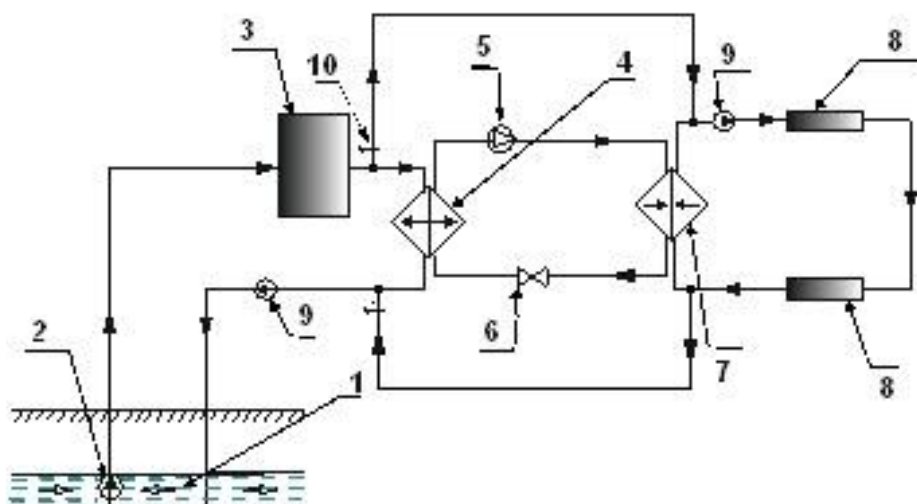


Рис. 1. Принципова схема експериментальної геотермальної теплонасосної системи: 1 – водоносний горизонт; 2 – насос свердловинний; 3 – бак-акумулятор; 4 – випарник теплового насосу; 5 – компресор теплового насосу; 6 – терморегулюючий вентиль теплового насосу; 7 – конденсатор теплового насосу; 8 – фанкойл; 9 – циркуляційний насос; 10 – запірна арматура

Для вимірювань температури в контрольних точках використовувалися температурні датчики (термоперетворювачі опору) ТСП-204. Термоперетворювачі опору ТСП-204 внесені до Державного реєстру засобів виміральної техніки України, за номером У246-07. Робочий діапазон вимірюваних температур від -40 до $+270$ °С, показник теплової інерції не більше 6 сек. Датчики були встановлені в свердловину на глибину 29 м, 34 м, 39 м, 42 м (датчик на глибині 42 м при статичному рівні води в свердловині 40 м, знаходиться у воді нижче дзеркала води на 2 м). Крім того системою моніторингу температури виконувалася вимірювання температури повітря датчиком розташованим на висоті 2 м над гирлом свердловини.

Для прийому, перетворення сигналів в значення температури та їх відображення, застосовувався вимірювач восьмиканальний з блоком розширення аналогових входів І8 8ТС/10-RS485-БП-12-ІПК-Щ (Рис. 2).

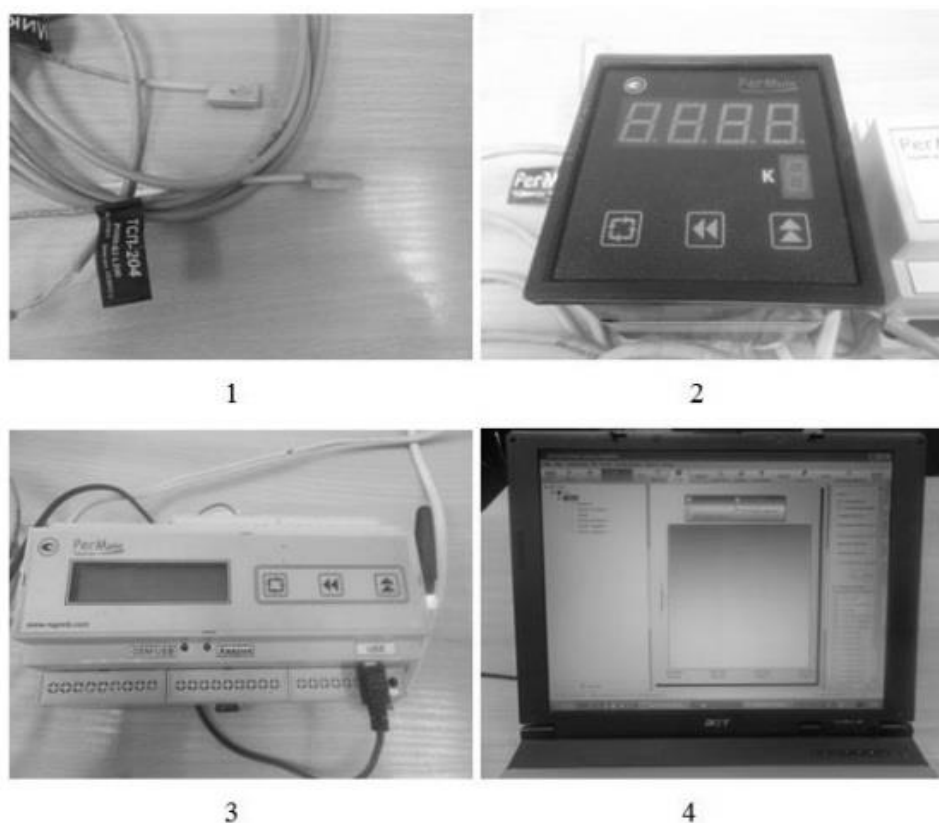


Рис. 2. Вимірювальне обладнання, яке використовувалося для проведення експерименту:
1 – температурні датчики (термоперетворювачі опору) ТСП-204; 2 – вимірювач восьмиканальний з блоком розширення аналогових входів І8 8ТС/10-RS485-БП-12-ІПК-Щ; 3 – індикатор логер І16П RS 485/43-USB-GSM-ІПР-Д; 4 – програмне забезпечення (система збору даних) РегМік

З метою візуалізації даних в режимі реального часу, записи їх в архів та відображення даних у вигляді таблиць або графіків, використовувався індикатор логер І16П RS 485/43-USBGSM-ІПР-Д і програмне забезпечення (система збору даних) РегМік.

Аналіз накопичених спостережень даних температури води в свердловині, якою розкрито водоносний горизонт, виявив тенденцію відхилення від лінійного тренда температур води в свердловині [9], що дозволяє припустити наявність річної компоненти в варіаціях цих характеристик, а прямий кореляційний зв'язок між варіаціями температур повітря і води в свердловині свідчать про вплив сезонних атмосферних змін температур на глибинах залягання водоносного горизонту [10]. Окремі результати вимірювання температур в свердловині та температури води водоносного горизонту наведені на рис. 3.

На графіку (рис. 3) чітко видно прямий кореляційний зв'язок між варіаціями температур повітря і води в свердловині. При чому треба зазначити, що експеримент однозначно показує, що максимум температури води в свердловині фактично припадає на мінімум температури повітря, це свідчить наявності певної затримки в передачі теплоти від джерела до місця встановлення датчика. А подальше проведення досліджень температурного режиму на свердловинах, що знаходяться поблизу теоретично можуть показати хвилеподібне розповсюдження теплоти з зсувом по фазі максимумів показників температури води у свердловині в залежності від місця розташування джерела живлення водоносного горизонту який розкрито даною свердловиною. В той же час відсутність на

даному проміжку часу кореляційного зв'язка температури в контрольних точках між трубного простору з температурою повітря підтверджує ствердження, що теплота розповсюджується з водою швидше, чим в водотривкому шарі, що оточує водоносний горизонт.

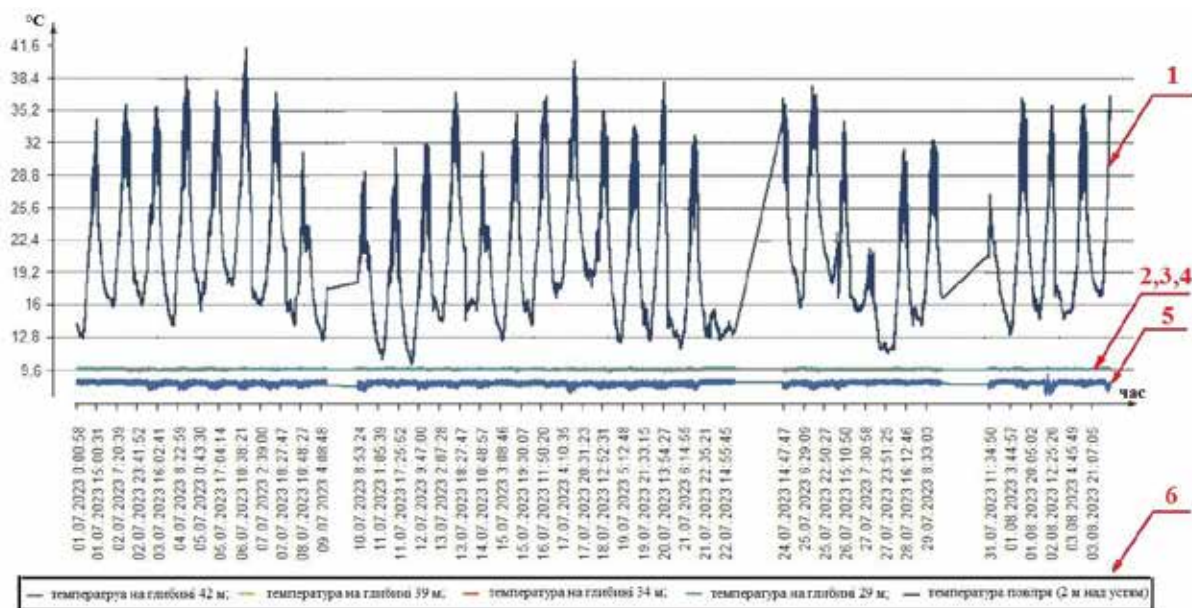


Рис. 3. Візуальне відображення на екрані монітору графіка залежності температур від часу в контрольних точках свердловини системою моніторингу геотермальної теплонасосної системи ІВЕ НАНУ:
1 – температура повітря; 2, 3, 4 – температури в свердловині на глибині 39, 34 та 29 м; 5 – температура в свердловині на глибині 42 м (при статичному рівні води в свердловині 40 м, знаходиться у воді нижче дзеркала води на 2 м); 6 – легенда системи моніторингу

Теоретично можна припустити, що фактичні значення температури можуть бути не точними, разом з тим важливим є що сама тенденція змін температури зберігається і повторюється при багаторазових експериментальних дослідженнях з використанням різних приладів вимірювання та контролерів для інтерпретації, візуалізації та передачі даних що при цьому були використані. Виникає питання необхідності аналітичного підходу, як до інтерпретації отриманих даних, так і їх обґрунтування.

Для перевірки отриманих результатів та визначення зміни значень температури та води нижче нейтрального шару температур було використано математичний апарат викладений в роботі [11] та систематизовано закономірності формування гідрогеотермічного режиму в просторі та часі.

Відомо, що термічний режим гідрогеосфери знаходиться під переважним впливом екзогенних факторів, роль яких у термічному режимі значно зростає у зв'язку з єдністю глобальних процесів теплообміну з кругообігом води в природі. Відомий вплив швидкоперіодичних кліматичних коливань (добових, річних) на – температурний режим земної кори, а також відкриття багаторічних та багатовікових кліматичних змін, що викликають періодичне існування багаторічної мерзлоти на Землі, послужили основою для розробки теорії гідрогеотермічного режиму з урахуванням впливу на температурний режим глибоких надр Землі Приплив позаземної енергії приблизно на чотири порядки вище теплового потоку з надр. Основним джерелом позаземної енергії є тепло Сонця.

Зважаючи на те, що величина припливу радіаційного тепла до Землі змінюється в часі, змінюється і температура зовнішньої оболонки Землі. Вплив поверхневих гармонійних змін температури на режим температури зовнішньої оболонки Землі підпорядковується наступним основним закономірностям.

1. Період коливань температур (добовий, річний тощо) залишається без змін на різних глибинах.

2. Амплітуди температур зменшуються в геометричній прогресії зі збільшенням глибини а арифметичній (перший закон Фур'є). Амплітуда температури зменшується з глибиною за експоненційним законом:

$$\Delta t_x = 2\Delta t e^{-Kx}, \tag{1}$$

де K – коефіцієнт загасання температурної хвилі: (K_1) – в умовах молекулярного теплообміну; K_2 – в умовах інфільтрації; Δt_x – зміна температури на глибині x ; Δt – амплітуда температури на поверхні Землі.

3. Інтенсивність загасання коливань температури із глибиною збільшується із зменшенням періоду коливань. При цьому настання екстремальних значень температури на глибині по відношенню до цих значень на поверхні Землі запізнюється на час, пропорційне глибині і кореню квадратному з періоду (другий закон Фур'є).

4. Відношення глибин загасання відповідних температурних амплітуд різних періодів дорівнює кореню квадратному з відношення періодів цих коливань (третій, закон Фур'є).

Аналіз температурного режиму верхніх шарів земної кори – комплексне завдання і вирішення її неможлива без аналізу закономірностей режиму температури гірських порід і підземних вод, що насичують їх у сукупності, оскільки передача тепла здійснюється в надрах в основному двома шляхами – теплопровідністю та конвекцією. Молекулярна теплопровідність має вирішальне значення в тому випадку, коли в породах немає помітних переміщень води, що характерно для щільних водостійких порід (глини, важкі суглинки, щільні кристалічні породи). За наявності рухомих підземних вод, що має місце в добре проникних породах, представлених пісками, тріщинуватими вапняками, пісковиками, вирішальне значення в передачі тепла набувають конвекційні процеси, роль яких зростає зі зростанням швидкості фільтрації.

У зв'язку з цим в даний час типи гідрогеотермічного режиму можна класифікувати, за двома ознаками – за глибиною загасання фактичних річних амплітуд температур, а також характером загасання річної температурної хвилі. В обох випадках можна виділити два класи. У першому – закриті та відкриті системи, а у другому – системи з експоненційним та інверсійним загасанням температурної хвилі.

З урахуванням обох ознак (глибини та характеру загасання температурної хвилі) складено класифікацію, в якій враховуються всі можливі основні типи гідрогеотермічного режиму (рис. 1) [11].

Експоненційний тип гідрогеотермічного режиму – це режим, при якому зміна температури гірських порід і підземних вод, що їх насичують, описується першим законом Фур'є (амплітуди температури зменшуються в геометричній прогресії при збільшенні глибини в арифметичній прогресії). Такий тип режиму може формуватися як за умов молекулярного теплообміну, і при молекулярно-конвективному теплообміні за наявності інфільтрації. Різниця полягає лише в тому, що в першому випадку потужність шару фактичних річних змін температури визначається теплофізичними властивостями гірських порід і збігається з глибиною залягання нейтрального шару (закритий тип гідрогеотермічного режиму), а в другому – швидкістю інфільтрації. У зв'язку з чим потужність шару змінних температур завжди перевищує глибину залягання нейтрального шару (відкритий тип гідрогеотермічного режиму). У першому випадку ми маємо справу з експоненційно-закритим типом гідрогеотермічного режиму, а в другому – з експоненційно-відкритим.

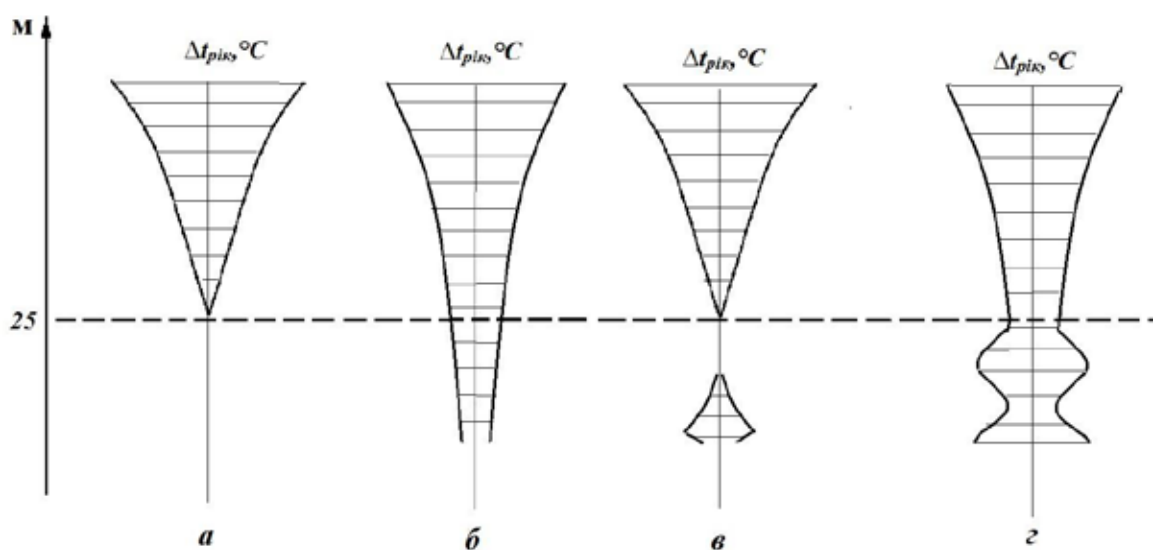


Рис. 4. Основні типи гідрогеотермічного режиму: а – експоненційно-закритий; б – експоненційно-відкритий; в – інверсійно закритий; г – інверсійно-відкритий [11]

Експоненційно-закритий тип гідрогеотермічного режиму, спостерігається на ділянках, складених щільними водотривкими породами (глини), в яких підземні води присутні головним чином у зв'язаному стані та рух їх вкрай уповільнено. Тому температурний режим у районах, складених водотривкими породами, визначається в основному їхньою молекулярною теплопровідністю. Цей тип гідрогеотермічного режиму має спостерігатися у внутрішньоконтинентальних районах, складених потужними товщами водостійких порід, у разі неглибокої ерозійної розчленованості. У таких районах температура порід нижче за «нейтральний шар» протягом року відрізняється стабільністю.

Розподіл температури на будь-якій глибині та на будь-який момент часу з урахуванням поверхневих гармонійних коливань температури визначається рівнянням Фур'є:

$$t_x = t_{nc} + \Delta t e^{-xk_1} \sin\left(\frac{2\pi t_1}{\tau} - x\sqrt{\frac{\pi}{a\tau}}\right) \quad (2)$$

де t_x – температура на глибині x , °C; t_{nc} – температура «нейтрального шару», °C, t_1 – час після «нульового часу», с.

Оскільки в момент настання екстремальних температур синус правої частини цього рівняння дорівнює одиниці, зміна температур (максимальна) на будь-якій глибині за будь-який період можна визначити за допомогою виразу (1), з якого видно, що потужність шару залежить не тільки від періоду коливань, але так само від температуропровідності порід, амплітуди на поверхні та заданої точності вимірювань температури. Проте у районах складених водотривкими породами, глибина згасання температурної хвилі варіює у значних межах переважно під впливом зміни періоду коливань, оскільки основні параметри змінюються у досить вузьких межах.

Велике значення в теорії та практиці гідрогеотермічних досліджень мають температура та глибина залягання так званого «нейтрального шару», під яким розуміють глибину залягання шару постійних річних температур.

Теоретично, за відсутності конвекції, його потужність може коливатися від 7,6 до 38,2 м. Однак для верхніх шарів Землі, представлених переважно глинами, суглинками значення між крайніми значеннями глибин насправді може коливатися від 14 до 20 м, що підтверджується експериментально.

За експериментальними даними температурна хвиля із надр Землі загалом запізнюється приблизно 20–30 днів із збільшенням глибини за кожен метр. Тому на глибині 5 м, наприклад, у північній півкулі мінімальна температура спостерігається у липні, а максимальна – у січні. За прогнозних оцінок величина відставання температурної хвилі визначається аналітично.

Найбільш детально в натурних умовах вивчено температурний режим верхньої частини шару молекулярних річних теплообігів до 1,6–3,2 м, оскільки саме до цих глибин ведуться багаторічні спостереження.

Температура «нейтрального шару» в умовах закритого типу режиму, залишаючись постійною протягом року, змінюється, підкоряючись багаторічним циклам. На жаль, обсяг таких матеріалів дуже обмежений як за кількістю точок спостережень, і за тривалістю самих спостережень.

Зіставлення даних про режим сонячної активності та режим температури ґрунту показує, що хоча циклічність сонячної активності позначається на температурі поверхні Землі безпосередньо, в цілому ця залежність виявляється складнішою, ніж здається на перший погляд.

Так, закономірності живлення підземних вод прямо майже не залежать (як температура) від сонячної радіації, а залежать, перш за все, від режиму опадів, який у свою чергу зумовлений циклічністю характеру циркуляції атмосфери і лише остання пов'язана складною залежністю з циклічністю сонячної активності. Саме тому довгий час не вдавалося пояснити причини асинхронності в режимі рівня ґрунтових вод щодо циклічності сонячної активності за наявності тісного емпіричного зв'язку між цими двома факторами.

Повертаючись до характеристики режиму температури глибших шарів, нагадаємо, що зі збільшенням тривалості та давності циклу зменшується його вплив на температуру поверхневих шарів, але зростає вплив на глибші шари. Багаторічні цикли через порівняно невелику амплітуду поверхні проникають загалом на незначну глибину.

Експоненційно-відкритий тип гідрогеотермічного режиму – це такий тип режиму, коли потужність шару фактичних річних змін температури перевищує глибину залягання «нейтрального шару», але температурні хвилі згасають за експонентом (перший закон Фур'є). Відколи були поставлені спеціальні спостереження за режимом, рідко вдавалося виявити ділянки, де б цього не спостерігалось. Раніше дослідники, виявляючи при повторних вимірах у свердловинах зміни температури нижче «нейтрального шару», пояснювали це похибками апаратури, недоліками методики вимірювання або різними факторами, що спотворюють [11].

Зміна річних температурних хвиль лише на рівні «нейтрального шару» відбувається у тому разі, коли верхні від Землі шари складені непроникними породами. За наявності зверху більш менш потужних пачок проникних порід картина різко ускладнювалася. Величина і глибина загасання температурних амплітуд залежить не тільки від температуропровідності порід і періоду температурних коливань, а головним фактором є швидкість інфільтрації підземних вод, яка залежить від величини живлення. Вона особливо велика поблизу поверхневих водойм та водотоків. Необхідно враховувати, що і за межами водойм і водотоків сума опадів, що обчислюється кліматологами, зовсім не говорить про те, що на кожній даній ділянці пропорційна кількість вологи проникає в поверхневі шари. Відбувається колосальне за своїми масштабами перерозподіл вологи у верхніх шарах Землі. На великих площах суші з особливостей геолого-гідрогеологічної побудови, інфільтрацію може йти лише незначна частина опадів. На інших ділянках при перерозподілі водних мас і сприятливих геолого-гідрогеологічних умовах може створюватися багаторазова «перевага» вод, що інфільтруються. Тому не можна приймати як максимальну швидкість інфільтрацій середні або навіть максимальні цифри, що характеризують розподіл опадів на поверхні Землі.

В процесі багаторічного вивчення режиму температури верхніх шарів земної кори, в натурних умовах було встановлено, що в районах, складених від поверхні Землі водопроникними породами, потужність шару річних змінних температур суттєво зростає і не ув'язується з даними, одержуваними аналітичним шляхом на базі вирішення диференціального рівняння, яке описує передачу тепла лише молекулярною теплопровідністю.

При просочуванні атмосферних вод, а також вод з поверхневих водойм та водотоків, глибина і швидкість проникнення температурних хвиль виявляються значно більшими, ніж у водотривких породах. Якщо в останньому випадку теплообмін відбувався лише завдяки молекулярній теплопровідності порід, то при інфільтрації перенесення тепла здійснюється, крім того, з масою води, що рухається, тобто, шляхом конвекції. Райони саме з такими умовами належать до *відкритого типу гідрогеотермічного режиму*. Спостерігається він там, де верхні земні шари, кори складені добре проникними і дренажними породами (з глибокою ерозійною розчленованістю).

Є кілька рішень диференціального рівняння, що враховує передачу тепла кондуктивним шляхом і конвекцією, а також поверхневі синусоїдальні зміни температури. Найбільш суворе їх рішення. Р. В. Столлмана

$$t_x = t_{nc} + \Delta t e^{-xk_1} \sin\left(\frac{2\pi t_1}{\tau} - Bx\right)$$

$$\text{де } B\Delta = \left[(M^2 + N^4)^{1/2} - N^2 / 2 \right]^{1/2}; \quad M = \frac{\pi c p}{\lambda \tau}; \quad N = \frac{v c_o \rho_o}{2\lambda}. \quad (3)$$

Рішення отримано для таких граничних умов:

1. Температура на поверхні Землі

$$t_x = t_{nc} + \Delta t \sin 2\pi t_1 / \tau$$

Де t_B – температура повітря

2. При $x = \infty$ температура не залежить від поверхневих коливань температури.

Ці граничні умови добре задовольняють рівняння в частині $0 < x < \infty$ та $0 < t_1 < \infty$. Застосовується рішення за таких умов: рідина рухається постійно і рівномірно вздовж осі x ; теплові характеристики середовища та рідини, постійні у просторі та в часі. Температура води в кожній точці інтервалів дорівнює температурі порід. Оскільки при максимумі амплітуди синус правої частини рівняння (3) дорівнює одиниці, то за аналогією з традиційними прийомами, які застосовуються в молекулярній теплопровідності, загасання температурної хвилі можна визначити за допомогою виразу (1). Розрахунки згасання добової та річної температурних хвиль показують, що глибини згасання, як і слід очікувати, збільшуються загалом із зростанням швидкості фільтрації та зменшенням температуропровідності скелета порід

Інверсійний тип гідрогеотермічного режиму це особливий тип гідрогеотермічного режиму при якому поверхневі температурні амплітуди передаються пластом від зон живлення і характеризується після згасання повторною появою на більшій глибині амплітуд температури з тим же періодом.

Таке згасання (експоненціальне) відбувається лише в однорідному геолого-гідрологічному середовищі. А оскільки гідрогеосфера насправді шарувата і дуже неоднорідна як за складом гірських порід, так і за їх фільтраційними властивостями, то і відповідний характер загасання температурних хвиль в реальних умовах спостерігається насправді рідко. Оскільки під слабопроникними гірськими породами можуть залягати породи з більш високими фільтраційними властивостями, то за наявності зв'язку в таких порід з поверхневим водотоком або водоймою через них температурні хвилі проникають у надра Землі латерально на відстань, що визначається в основному швидкістю інфільтрації. Це і є причиною формування інверсій у гідрогеотермічному режимі, коли температурні амплітуди після загасання повторно спостерігаються у глибших, але більш водопроникних шарах.

Таким чином, якщо в гірських породах після згасання її амплітуда збільшується повторно, то такі породи містять водоносний шар, що має за межами точки спостережень безпосередній зв'язок з поверхнею Землі, з якою він латерально обмінюється (через область живлення) вологою та теплом (Рис. 5).

У світлі цього гідрогеосфера постає насправді як шарувато-неоднорідна система щодо термічного режиму у зв'язку з чим її геотемпературне поле необхідно розглядати як нестационарне. Раніше, як ми бачили, ця система приймалася як однорідна щодо термічного режиму, а геотемпературне поле як стаціонарне чи квазістаціонарне. Оскільки потужність зони активного водообміну гідрогеосфери, у межах якої інверсії поширені повсюдно, перевищує всюди на континентах глибину залягання «нейтрального шару».

Загалом глибина поширення інверсій (у річному циклі) корелює із потужністю зони активного водообміну гідрогеосфери. З огляду на це можна з упевненістю стверджувати, що річні інверсійні зміни температури поширюються у водоносних горизонтах зони активного водообміну практично на всьому міжріччі.

Клас «інверсійний тип гідрогеотермічного режиму» можна розділити на два підкласи: *інверсійно-закритий* тип гідрогеотермічного режиму та *інверсійно-відкритий* тип гідрогеотермічного режиму.

Інверсійно-закритий тип гідрогеотермічного режиму спостерігається на ділянках, складених товщею водостійких і водопроникних порід, що перешаровуються, з наявністю у верхній частині розрізу водотривкого шару потужністю понад 40–50 м, що характерно для артезіанських басейнів, приурочених до геоструктурних западин. Річні зміни температури в таких районах у межах верхнього водотривкого шару спочатку загасають так само,

як і в районах з експоненційно-закритим типом гідрогеотермічного режиму. Але потім, нижче за глибиною амплітуди, знову чітко реєструються, коли вимірювання проводяться в межах водоносного пласта, що має область живлення на поверхні Землі, з якою він постійно обмінюється вологою та теплом. Стратосфера майже повсюдно представлена товщею водотривких глин і водопроникних порід що перешаровуються. У цих умовах схема гідрогеотермічного режиму у розрізі представляє собою чергування по вертикалі зон постійних річних температур із зонами, де реєструються зміни температури протягом року.

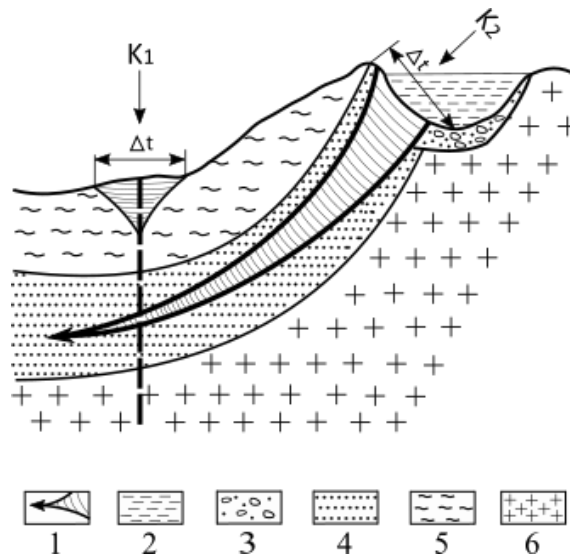


Рис. 5. Загальна схема формування інверсійного типу гідрогеотермічного режиму:

1 – напрямок руху поверхньої температурної хвилі; 2 – поверхнєве водоймище; 3 – водоносний шар у гравійно-галечникових відкладах; 4 – теж у пісках; 5 – глини, відносно водотривкі; 6 – кристалічні слабопроникні породи. K_1 та K_2 – коефіцієнти загасання температурної хвилі відповідно в умовах молекулярного та молекулярно-конвективного теплообміну

Інверсійно-відкритий тип гідрогеотермічного режиму визначається на підставі повного річного циклу спостережень та при точності вимірювань температуру $\pm 0,01^\circ\text{C}$. Цей тип режиму у природі є найпоширенішим. Так як артезіанські басейни представляють собою переважно поверхове чергування водоносних горизонтів і водотривких товщ порід з наявністю зв'язку у водоносних горизонтів з поверхнею Землі в областях живлення, поверхнєві фактори впливають практично на всю осадову товщу. Аналітично оцінити масштаби цього впливу важко через складність обліку геолого-гідрогеологічної та теплофізичної неоднорідності таких систем. З якимсь ступенем наближеності це є можливим при використанні коефіцієнтів загасання температурних хвиль у тому випадку, якщо вони визначені експериментальним шляхом.

Необхідно мати на увазі, що у зв'язку з неоднорідністю водоносних горизонтів наведені дані відображають лише схематично масштаби впливу поверхневих факторів в ідеалізованих гідрогеологічних умовах. Час, за який артезіанський басейн загалом піддається впливу клімату, залежить також від відстані між областями живлення та розвантаження, потужності перекриваючої водостійкої товщі порід, глибини залягання фундаменту, потужності водоносних горизонтів, ступеня розкритості басейну (вихід водоносних пластів на поверхню в області живлення та розвантаження, наявності «гідрогеологічних вікон», переливів між водоносними горизонтами тощо).

У зв'язку з чим, при проектуванні гідротермальних теплонасосних систем необхідно враховувати гідрогеологічні особливості району їх розміщення та типи гідрогеотермічного режиму. Це пов'язано з тим, що на ефективність тепло насосної системи впливають два показника, це температура на виході з конденсатора та температура на вході до випарника.

$$\varphi = Q_1/N = (Q_2 + N)/N = T_2/(T_2 - T_{11}), \quad (4)$$

де

Q_1 – теплопродуктивність ТНУ, Вт;

N – потужність компресора, Вт;

T_2 – температура теплоносія на виході з конденсатора, К;

T_{11} – температура теплоносія на вході у випарник.

З урахуванням того, що температура на виході з конденсатора обумовлюється системою теплозабезпечення будівлі і температурним режимом опалення та є контрольованою, а температура на вході в випарник залежить від природних факторів що відбуваються в земній поверхні та умов навколишнього середовища то температура на вході в випарник залежить від природних факторів що відбуваються в земній поверхні та умов навколишнього середовища що не завжди є постійними та стабільними.

Розрахунок та результати залежності енергетичної ефективності експериментальної теплонасосної установки від падіння температури природного теплоносія, а відповідно і на вході до випарника теплонасосної системи наведені в роботі [13].

Висновки

1. Доведено, що найбільш ефективними є теплонасосні системи які використовують теплоту ґрунту або ґрунтових вод та мають теплообмінники та свердловини встановлені на глибину нижче нейтрального шару.

2. Теоретично та експериментально підтверджено, що ендегенні та екзогенні фактори, впливають на глибину залягання нейтрального шару. Визначено, що екзогенні фактори в порівнянні з ендегенними мають більший вплив на формування термічного режиму гідросфери.

3. Підтверджено, що в залежності від гідрогеологічних умов, зони розташування свердловин геотермальної теплонасосної системи, нижче теоретично визначеної глибини нейтрального шару можуть повторно утворюватися зони з девіацією температури ґрунту.

4. Підтверджено, що під час проектування геотермальних теплонасосних систем необхідно враховувати, що на ділянках, де перепади висот рельєфу є близькими за розміром з глибиною залягання продуктивного водоносного горизонту коефіцієнт трансформації теплонасосної системи може суттєво відрізнятись від розрахункового.

5. Підтверджено, що для ефективного використання водоносного горизонту як природного акумулятора теплової енергії необхідно проведення попередніх гідрогеологічних досліджень та якісне вивчення як існуючого антропогенного навантаження так і геоморфологічних, геологічних та гідрогеологічних параметрів ділянки проведення бурових робіт.

Список використаної літератури

1. Suveizdis P., Rasteniene V., Zinevicius F. (2000) Geothermal potential of lithuania and outlook for its utilization. *Proceedings World Geothermal Congress 2000*. Kyushu : Tohoku : Japan, May 28 – June 10. 2000. pp. 1356-1367.

2. Zhu K, Blum P., Ferguson G., Balke K., Bayer P. (2010) The geothermal potential of urban heat islands. *Environ. Res.* no. 5, pp. 1-6. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/6/1/019501>

3. Oliinyk H. (2022) Study of the efficiency of using a heat pump in the heat supply system of a private house. *Scientific Journal of the Ternopil National Technical University*, vol. 107, no 3, pp. 14-20. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2022.03

4. Олійниченко В.Г., Марченко М.В., Кушнір І.О. (2017) Ефективні напрямки інвестування в галузі геотермальної енергетики. *Відновлювана енергетика*, № 3, С. 73-79.

5. Морозов Ю.П., Чалаєв Д.М., Ніколаєвська Н.В., Добровольський М.П. (2019) Оцінка ефективності використання теплового потенціалу довкілля та верхніх шарів Землі України. *Відновлювана енергетика*, № 4(63), С. 80-88. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.4\(63\).80-88](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.4(63).80-88)

6. А. А. Барило. (2020) Аналіз гідрогеологічних і геотермічних характеристик геотермальних об'єктів України. *Відновлювана енергетика*, № 1(60), С. 74–84. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.1\(60\).74-85](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.1(60).74-85)

7. Малкін Е.С., Кулінко Є.О. (2014) Перспективи та аспекти застосування систем теплохолодопостачання, які використовують приповерхневі шари води в якості теплового акумулятора. *Вентиляція, освітлення та теплозапобігання*, № 17, С. 63–69.

8. Zurian O.V., Barilo A.A. (2022) Impact of the natural temperature regime of the upper layers of earth on efficiency of a hydrothermal heat pump system. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, vol 31, no 3, pp. 575-584. <https://doi.org/10.15421/112254>

9. Зур'ян О.В. (2023) Вплив потоку підземних вод на геотермальний градієнт. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, № 2(139), С. 153-161. <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2023.2.19>

10. Зур'ян О.В. (2021) Експериментальні дослідження теплового режиму гідротермальної теплонасосної системи. *Відновлювана енергетика*, № 1 (56), С. 10-19. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.4\(67\).77-89](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.4(67).77-89)

11. Фролов Н.М. (1991) *Основи гідрогеотермії*. Під редакцією В.І. Лялько. М: Надра. 1991. 335 с.

12. Морозов Ю.П., Чалаєв Д.М., Олійниченко В.Г., Величко В.В. (2019) Експериментальне дослідження добового акумулювання холоду шляхом використання води підземних горизонтів м. Києва. *Відновлювана енергетика*, № 3, С. 67–77. [https://doi.org/10.36296/1819-058.2019.3\(58\).67-77](https://doi.org/10.36296/1819-058.2019.3(58).67-77)

13. Зур'ян О.В. (2023) Врахування динаміки змін температури підземних вод на ділянках берегових водозаборів гідротермальних теплонасосних систем. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, № 2 (85), С. 20-28.

References

1. Suveizdis P., Rasteniene V., Zinevicius F. (2000) Geothermal potential of lithuania and outlook for its utilization. Proceedings World Geothermal Congress 2000. Kyushu : Tohoku : Japan, May 28 – June 10. 2000. pp. 1356-1367.
2. Zhu K, Blum P., Ferguson G., Balke K., Bayer P. (2010) The geothermal potential of urban heat islands. *Environ. Res.* no. 5, pp. 1-6. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/6/1/019501>
3. Oliinyk H. (2022) Study of the efficiency of using a heat pump in the heat supply system of a private house. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, vol. 107, no 3, pp. 14-20. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2022.03
4. Oliinychenko V.G., Marchenko M.V., Kushnir I.O. (2017) Efektyvni napriamky investuvannia v haluzi heotermalnoi enerhetyky [Effective investment directions in the field of geothermal energy]. *Renewable energy*, no. 3, pp. 73-79.
5. Morozov Yu.P., Chalaev D.M., Nikolaevska N.V., Dobrovolskyi M.P. (2019) Otsinka efektyvnosti vykorystannia teplovoho potentsialu dovkillia ta verkhnikh shariv Zemli Ukrainy. [Estimation of the efficiency of using the thermal potential of the environment and the upper layers of the Earth of Ukraine]. *Renewable Energy*, vol. 63, no 4, p. 80-88. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.4\(63\).80-88](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.4(63).80-88)
6. Barilo A. A. Analiz hidroheolohichnykh i heotermichnykh kharakterystyk heotermalnykh ob'ektiv Ukrainy [Analysis of hydrogeological and geothermal characteristics of geothermal objects in Ukraine]. *Renewable energy*. vol. 160, no. 1, pp. 74–84. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.1\(60\).74-85](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.1(60).74-85)
7. Malkin E.S., Kulinko E.O. (2014) Perspektyvy ta aspekty zastosuvannia system teplokhodopostachannia, yaki vykorystovuiut prypoverkhnevi shary vody v yakosti teplovoho akumulatora. [Prospects and aspects of the application of heat and cold supply systems that use near-surface layers of water as a heat accumulator]. *Ventilation, Illumination and Heat-Gas Supply*, no. 17, pp. 63–69.
8. Zurian O.V., Barilo A.A. (2022) Impact of the natural temperature regime of the upper layers of earth on efficiency of a hydrothermal heat pump system. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, vol. 31, no 3, pp. 575-584. <https://doi.org/10.15421/112254>
9. Zurian O.V. (2023) Vplyv potoku pidzemnykh vod na heotermalnyi hradient.[The influence of groundwater flow on the geothermal gradient]. *Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchug*, vol. 139, no. 2, pp. 153-161. <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2023.2.19>
10. Zurian O.V. (2021) Eksperymentalni doslidzhennia teplovoho rezhymu hidrotermalnoi teplonasosnoi systemy. [Experimental studies of the thermal regime of the hydrothermal heat pump system]. *Renewable energy*, vol. 56, no. 1, pp. 10-19. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.4\(67\).77-89](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.4(67).77-89)
11. Frolov N.M. (1991) Osnovy hidroheotermii. [Basics of hydrogeotermii]. M: Nadra, 991. 335 p.
12. Morozov Yu.P., Chalaev D.M., Olynichenko V.G., Velichko V.V. (2019) Eksperymentalne doslidzhennia dobovoho akumuluvannia kholodu shliakhom vykorystannia vody pidzemnykh horizontiv m. Kyieva. [Experimental study of daily accumulation of cold by using water from the underground horizons of the city of Kyiv]. *Renewable energy*, no. 3, pp. 67–77. [https://doi.org/10.36296/1819-058.2019.3\(58\).67-77](https://doi.org/10.36296/1819-058.2019.3(58).67-77)
13. Zurian O.V. Vrakhuvannia dynamiky zmin temperatury pidzemnykh vod na diliankakh berehovykh vodozaboriv hidrotermalnykh teplonasosnykh system. [Taking into account the dynamics of changes in the temperature of underground water in the areas of coastal water intakes of hydrothermal heat pump systems]. *Bulletin of the Kherson National Technical Universit*, vol. 85, no. 2, pp. 20-28.

S. I. KUZNIETSOV

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of General Educational Humanities and Natural Sciences
Sections of Chemistry, Ecology and Life Safety
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0003-1766-931 X

O. A. VENHER

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Acting Head of the Department of General Educational Humanities
and Natural Sciences
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-0065-0375

V. M. BEZPALCHENKO

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of General Educational Humanities and Natural Sciences
Sections of Chemistry, Ecology and Life Safety
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-1355-7938

O. O. SEMENCHENKO

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of General Educational Humanities and Natural Sciences
Sections of Chemistry, Ecology and Life Safety
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-1251-2711

E. S. IVKINA

Student at the Faculty of Information Technologies and Design
Kherson National Technical University

OXIDATION OF NITROGEN OXIDES BY OXYGEN IN THE LIQUID PHASE

Atmospheric air pollution ranks first in the degree of chemical danger to humans. Nitrogen oxides are among the most common and dangerous air pollutants on our planet. Waste gases, which include nitrogen oxides, are produced in a number of chemical industry productions, in oil refining processes, and during fuel combustion. The sources of waste gas emissions differ in their content of nitrogen oxides and other impurities, the degree of oxidation of nitrogen (II) oxide, temperature and pressure. Oxidation methods of sanitary purification of waste gases from nitrogen oxides based on preliminary oxidation of nitrogen (II) oxide with subsequent absorption of nitrogen (IV) and nitrogen (III) oxides (NO_2 , N_2O_3) by various absorbers are described in the work. The rate of oxidation of nitrogen (II) oxide is the limiting stage of the overall process to nitrogen (IV) oxide. Since this reaction takes place in the gas phase, absorption devices must have a fairly large free volume, so the absorption process is carried out in multi-stage packed or plate columns. In experiments on the absorption of nitrogen oxides by various liquid absorbers, the degree of absorption was 80–90%. In the process of absorption, nitrogen oxides are oxidized not only in the gas phase, but also in the liquid phase. Research was directed to the intensification of the process of oxidation of nitrogen (II) oxide in the liquid phase. The paper compares the results of studies on the rate of NO oxidation in the gas and liquid phases. The principle of oxidation in the liquid phase is included in the development of an absorption unit for the production of nitric acid. It has been proven that the intensification of the process of absorption of nitrogen oxides is possible by increasing the proportion of NO that is oxidized in the liquid phase. This is achieved by saturating the working solution with oxygen.

Key words: purification of waste gases, oxidation of nitrogen oxides.

С. І. КУЗНЕЦОВ

кандидат технічних наук,
доцент кафедри загальноосвітніх гуманітарних
та природничих дисциплін
секції хімії, екології та безпеки життєдіяльності
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0003-1766-931X

О. О. ВЕНГЕР

кандидат технічних наук, доцент,
в.о. кафедри загальноосвітніх гуманітарних та природничих дисциплін
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-0065-0375

В. М. БЕЗПАЛЬЧЕНКО

кандидат хімічних наук, доцент,
доцент кафедри загальноосвітніх гуманітарних
та природничих дисциплін
секції хімії, екології та безпеки життєдіяльності
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-1355-7938

О. О. СЕМЕНЧЕНКО

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри загальноосвітніх гуманітарних
та природничих дисциплін
секції хімії, екології та безпеки життєдіяльності
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-1251-2711

Є. С. ІВКІНА

студентка факультету інформаційних технологій та дизайну
Херсонський національний технічний університет

ОКИСНЕННЯ ОКСИДІВ НІТРОГЕНУ КИСНЕМ В РІДКІЙ ФАЗІ

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для людини посідає перше місце. Оксиди нітрогену входять до числа найпоширеніших і небезпечних забруднювачів повітря на нашій планеті. Відхідні гази, до складу яких входять оксиди нітрогену, утворюються у ряді виробництв хімічної промисловості, в процесах нафтопереробки, при спалюванні будь якого типу палива. Джерела викидів газів відрізняються за вмістом в них оксидів нітрогену та інших домішок, ступенем окиснення оксиду нітрогену (II), температурою, тиском. В роботі описано окисні методи санітарної очистки відхідних газів від оксидів нітрогену, що засновані на попередньому окисненні оксиду нітрогену (II) з подальшим поглинанням оксидів нітрогену (IV) та (III) (NO_2 , N_2O_3) різними поглиначами. Стадія, що лімітує сумарний процес, є швидкість окиснення оксиду нітрогену (II) до оксиду нітрогену (IV). Оскільки ця реакція протікає в газовій фазі, абсорбційні апарати повинні мати досить великий вільний об'єм, тому процес абсорбції проводять у багатоступінчастих насаджених або тарілчастих колонах. В дослідях по абсорбції оксидів нітрогену різними рідкими поглиначами ступінь абсорбції становила 80–90%. В процесі абсорбції відбувається окиснення оксидів нітрогену не тільки в газовій, але й в рідкій фазі. Дослідження були направлені на інтенсифікацію процесу окиснення оксиду нітрогену (II) в рідкій фазі. В роботі порівняно результати досліджень за швидкістю окиснення NO в газовій і рідкій фазах. Принцип окиснення в рідкій фазі покладено в розробку абсорбційного агрегату для виробництва нітратної кислоти. Доведено, що інтенсифікація процесу абсорбції оксидів нітрогену можлива шляхом збільшення частки NO, що окиснюється в рідкій фазі. Це досягається насиченням робочого розчину киснем.

Ключові слова: очищення відхідних газів, окиснення оксидів нітрогену.

Statement of the problem

The intensive development of industry leads to continuously increasing emissions of pollutants into the atmosphere. The total volume of industrial, agricultural and municipal waste on the scale of the entire planet per year is currently estimated at billions of tons. Various chemical substances contained in waste, entering the soil, air or water, pass through ecological links from one chain to another, eventually entering the human body. Depending on their nature, concentration, time of action on the human body, they can cause various adverse consequences. Short-term exposure to small concentrations of such substances can cause dizziness, nausea, heartburn, and cough. For example, nitrogen oxides strongly irritate the respiratory organs, causing inflammatory processes in them; under their influence, methemoglobin is formed, blood pressure decreases, dizziness, vomiting, shortness of breath, loss of consciousness is possible [1, 2]. Atmospheric air pollution ranks first in terms of the degree of chemical danger to humans, which is due to the fact that pollutants from the air have the widest distribution [3]. A noticeable deterioration in the state of atmospheric air in a number of countries occurs due to the most large-tonnage (million tons per year) global atmospheric pollutants: carbon dioxide ($2 \cdot 10^4$), dust (250), carbon (200), sulfur dioxide (150), hydrocarbons (>50), nitrogen oxides NO_x (50) [4]. Pollution of the atmosphere

by harmful substances contributes to research, development and use of more advanced technologies, effective methods and equipment for cleaning waste gases, in particular during the operation of stationary installations [5]. Waste gases, which contain nitrogen oxides, are produced in a number of productions of the chemical industry, in the processes of oil distillation, during the burning of fuel. The sources of emissions of waste gases differ in many parameters: in their content of nitrogen oxides and other impurities, the degree of oxidation of nitrogen (II) oxide, temperature, pressure, etc. [6]. This requires the development of new effective methods of gas purification.

Analysis of recent research and publications. In practice, mainly NO and NO₂ are emitted with the waste gases in their simultaneous presence. Nitrogen (II) oxide NO is poorly soluble in water, salts and organic compounds. Nitrogen (IV) oxide NO₂ is formed as a result of oxidation of nitrogen (II) oxide by oxygen. It easily forms nitrate and nitrite acids with water. Nitrogen (IV) oxide N₂O₄ is formed by the polymerization of nitrogen (IV) oxide NO₂ and is a strong oxidizer. Four classes of methods for cleaning gases from nitrogen oxides are known: oxidative, reducing, sorption, and others. This classification is based on the ability of nitrogen oxides: 1) to oxidize under the action of liquid, solid, and gaseous oxidants; 2) is reduced to nitrogen under the influence of high temperatures and in the presence of liquid, solid and gaseous reducing agents and catalysts; 3) enter into chemical reactions with various groups of compounds, forming various salts and complex compounds that can be regenerated [7, 8, 9].

Oxidative methods of sanitary purification of gases from nitrogen oxides are based on the preliminary oxidation of nitrogen (II) oxide with subsequent absorption of nitrogen (IV) and (III) oxides (NO₂, N₂O₃) by various absorbers.

The main difficulty of absorption processes is related to the low chemical activity and solubility of nitrogen oxide (II). There are several ways to solve this problem: 1) complete oxidation of NO to NO₂ in the gas phase; 2) partial oxidation of NO to NO₂, with the formation of an equimolecular mixture of NO and NO₂; 3) use of selective absorbents; 4) oxidation in the liquid phase or the use of absorption catalysts and conversion of NO into chemically active compounds (NO₂, N₂O₃, N₂O₅) [4]. Industry uses the method of homogeneous oxidation of NO in the gas phase with oxygen. However, as practice shows, at low concentrations of NO, the rate of homogenous oxidation is extremely low. From the kinetic equation

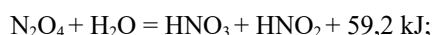
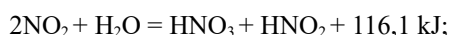
$$\frac{dNO_2}{d\tau} = K P_{NO}^2 \cdot P_{O_2}$$

it can be seen that with a decrease in the NO concentration, for example, from 1,0 to 0,1%, i.e. 10 times, the oxidation reaction rate decreases by 100 times, which leads to the necessity of using bulky and expensive oxidizing volumes. To intensify the process, in some cases oxygen is dosed into the nitrous gas, increasing its content to 8–10% and more. Such a method is not effective due to the extremely small increase in the degree of purification and the low degree of use of dosed oxygen (not more than 0.1–0.5%). The rate of oxidation of nitrogen oxide (II) by gaseous oxygen increases in the presence of catalysts. The most active of them is hopkalite at a temperature of 120°C. Intensification of the processes of oxidation and absorption of nitrogen oxides is also possible by increasing the rate of oxidation of NO in the liquid phase in two variants: oxidation by oxygen and ozone in the liquid phase or simultaneous oxidation and absorption by liquid oxidants. The rate of dissolution of gaseous oxidants (oxygen and ozone) in the liquid phase depends on temperature, pressure, concentration of components, the size of the interfacial surface, turbulence of flows, and so on. The dissolution of oxygen and ozone in the liquid phase is a slow process and limits the process of NO oxidation in the liquid phase. When using liquid oxidizers, the dissolution stage is not limiting. The following oxidants are used for the NO oxidation process: KBrO₃, HNO₃, H₂O₂, KMnO₄, (NH₄)₂Cr₂O₇, Na₂Cr₂O₄, K₂Cr₂O₇ [10].

For the absorption of nitrogen oxides (NO₂, N₂O₃, N₂O₅), water, alkali solutions, selective sorbents, acids and oxidizers are used. When nitrogen oxide (IV) is absorbed by water into the gas phase, a part of nitrogen oxide (II) is released, the rate of oxidation of which at low concentrations is low:



This process is a typical heterogeneous process, including the main stages: 1) diffusion of NO₂ from the gas phase to the liquid phase; 2) chemical interaction with the formation of nitric and nitrous acids; 3) decomposition of nitrous acid with the formation of HNO₃ and NO; 4) diffusion of NO from the liquid phase to the gas phase; 5) oxidation of secondary nitrogen oxide (II) to NO₂, after which the cycle repeats:



The rate of oxidation of NO to NO₂ is the limiting stage of the overall process. Since this reaction takes place in the gas phase, the absorption apparatus must have a sufficiently large free volume, so the absorption process is carried out in multi-stage packed or plate columns. Developed more effective methods of increasing the rate of oxidation of NO, it is possible to achieve a high degree of purification of gases from nitrogen oxides.

The purpose of the study is to select the optimal conditions for the oxidation of nitrogen (II) oxide in gaseous emissions during the operation of stationary installations.

Presentation of the main research material

Carrying out numerous experiments on the absorption of nitrogen oxides by various liquid absorbers, it was noted that the degree of absorption usually exceeded the theoretically possible. Thus, conducting alkaline absorption of nitrous gas containing 1% of nitrogen oxides with a degree of oxidization of 30%, the theoretically possible degree of absorption (assuming that absorption is in the form of N_2O_3) should be 60%. It was established by calculation that in the process of absorption, additional homogeneous oxidation of NO in the gas phase takes place by another 5%. Therefore, the total possible degree of absorption should be 70%. In fact, in experiments in these conditions, the degree of absorption was 80–90% and more.

When analyzing this phenomenon, they came to the conclusion that in the process of absorption, oxidation of nitrogen oxides occurs not only in the gas phase, but also in the liquid phase. Further studies were directed to the intensification of the process of oxidation of nitrogen oxides in the liquid phase. The amount of the liquid phase in the mass transfer process is hundreds and thousands of times less than the gas phase. This gives great advantages, since technological operations with liquid can be carried out in much smaller reaction volumes. Investigation of the nitrogen (II) oxide oxidation process in the liquid phase was carried out on the experimental setup of Fig. 1.

In order to establish a quantitative assessment of the NO oxidation process, the operation of the installation in four modes is provided. Of the four options for the operation of the installation, the first one gives an opportunity to estimate the rate of NO oxidation in the gas and liquid phases, and the second, third and fourth – when NO is oxidized only in the liquid phase. In the studies, the goal was not to achieve a high degree of processing of nitrogen oxides, but only to obtain comparative data on the relative speed of the NO oxidation reaction in the liquid and gas phases. All studies were carried out at atmospheric pressure and a temperature of 20°C.

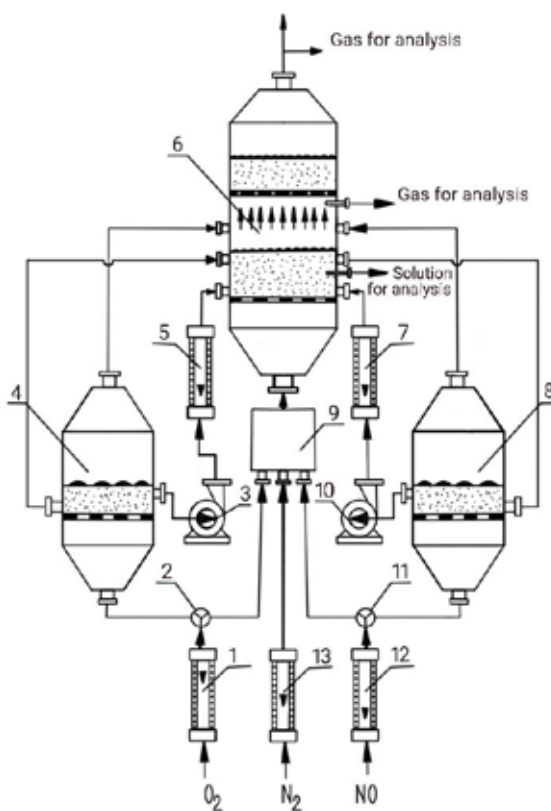


Fig. 1. Scheme of the experimental setup: 1, 5, 7, 12, 13 – rotameters; 2, 11 – three-way faucets; 3, 10 – pumps; 4 – oxygen saturation reactor; 6 – nitrogen oxide absorption reactor; 8 – nitrogen oxide saturation reactor; 9 – mixer

The results of studies of the operation of the installation in all modes are shown in table 1. From the data presented, it can be concluded that with parallel processes, oxidation in the liquid phase proceeds at a slower rate than in the gas phase. The amount of NO oxidized in the liquid phase is approximately 30%. As a result of these studies, it was established that during the absorption of nitrogen oxides from low-concentration and low-oxidized gases in order to intensify the process of oxidation and absorption of nitrogen oxides, it is expedient to dose oxygen into the gas phase, bringing its concentration to 6–7%. A further increase in the concentration of oxygen in nitrous gas is ineffective.

Table 1

**Comparative data on the rate of processing of nitrogen oxides during the oxidation of NO
in the gas and liquid phases**

Mode of operation	Method oxidation	The degree of conversion of nitrogen oxides, %	The relative rate of conversion of nitrogen oxides	The maximum concentration of HNO ₃ , %
I	In gas and liquid phase	63	1	49
II	In the liquid phase when the solution is saturated with oxygen	31	0,456	50
III	In the liquid phase when the solution is saturated with nitrogen oxide	28	0,410	47
IV	In the liquid phase when the solution is saturated with oxygen and nitrogen oxide	26	0,383	50

The principle of oxidation of nitrogen (II) oxide in the liquid phase, studied in the experimental model (Fig. 1), is included in the design of the absorption unit for the production of nitric acid. A distinctive feature of the unit is that an additional column of small diameter, having the same number of plates as the main column, is installed parallel to the main absorption mesh column. Intensification of the process of absorption of nitrogen oxides is possible only by increasing the share of NO oxidized in the liquid phase, which is achieved by saturating the working solution with oxygen in the additional reactor.

Condensate, going to produce nitric acid, first enters the upper plate of the auxiliary column. Here it is saturated with oxygen circulating in a closed cycle. Oxygen-saturated condensate flows through the hydraulic valve to the lower plate of the main column. Here it absorbs nitrogen oxides from the purified gas, after which it again enters the upper plate of the auxiliary column through the drain threshold and the hydraulic valve. On this plate of low concentration nitric acid is again saturated with oxygen and the cycle is repeated again on all plates of the column. This system does not consume a large amount of oxygen, as it circulates in the closed circuit of the additional column and is consumed only for the oxidation of NO. After that, the waste gases practically do not need to be cleaned of nitrogen oxides.

Conclusions

Due to the intensively occurring process of oxidation of nitrogen (II) oxide in the liquid and gas phase, the speed and completeness of the gas absorption process increase.

The maximum concentration of nitric acid is achieved due to the fact that, along with the oxidation of NO in the liquid phase and the saturation of the acid with oxygen, the nitrogen oxides dissolved in it are partially blown off into the small-diameter column. This can be explained by the fact that denitrified and oxygenated nitric acid absorbs nitrogen oxides more fully and more quickly. A similar principle of saturation of working solutions with oxygen can be used in systems operating under atmospheric pressure with acidic or alkaline absorption of nitrogen oxides.

Bibliography

1. Бекетов В. Є., Євтухова Г. П. Джерела та процеси забруднення атмосфери. Харків : ХНУМГ ім. О. Н. Бекетова, 2019. 113 с.
2. Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Природоохоронні технології (захист атмосфери) / Ч.І: Навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2010. https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/icbmd/severin_priodoohoronni_tehnologii/dop-m.html
3. Малєєв, В. О. Атмосферне повітря м. Херсона: стан і проблеми / В. О. Малєєв, В. М. Безпальченко, О. О. Семенченко // Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. : ДЕА, 2018. № 3(22). С. 47-52.
4. Вязовик В.М., Коржик Л.В., Столяренко Г.С. Технології очищення газів. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г. 2010. 308 с.
5. Ратушняк Г.С., Лялюк О. Г. Засоби очищення газових викидів. Навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2008. 207 с.
6. Крусір Г. В., Мадані М. М., Гаркович О. Л. Техніка та технології очищення газових викидів. Одеса: ОНАХТ-Одеса, 2017. 207 с.
7. Кузнєцов С. І., Малєєв В. О., Безпальченко В. М. Високотемпературна нейтралізація нітроген оксидів у вихлопних газах судових двигунів. *Збірник наукових праць Національного університету імені адмірала Макарова*. № 2 (476). 2019. С. 73-76.
8. Kuznietsov Serhii, Yatsenko Fedir, Bezpachenko Violetta, Thermal method of air purification from nitrogen oxides. *World science: problems, prospects and innovations: Abstracts of III International scientific and practical conference, (November 25-27, 2020) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2020. P. 82-87.*

9. Kuznietsov S.I., Maljejev V.O., Semenchenko O. O., Bezpachenko V. M. Thermal conversion of nitrogen oxides in a flow reducing gas. *Ecological sciences*: K.: Publishing House "Helvetika", 2021. № 6 (39). P. 77-81.

10. Промислові технології та очищення технологічних і вентиляційних викидів: навч. посіб. / Ю. С. Юркевич, О. Т. Возняк, В. М. Желих ; МОНМС України, НУ «Львівська Політехніка». 2012. 120 с.

References

1. Beketov, V. E., & Yevtukhova H. P. (2019). *Dzherela ta protsesy zabrudnennia atmosfery [Sources and processes of atmospheric pollution]*. Kharkiv : KhNUMH im. O. N. Beketova, 113 [in Ukrainian].

2. Severyn L. I., Petruk V. H., Bezvoziuk I. I., & Vasykivskiy I. V. (2010) *Pryrodookhoronni tekhnolohii (zakhyt atmosfery) [Environmental protection technologies (atmosphere protection)]* Vinnytsia : UNIVERSUM–Vinnytsia [in Ukrainian]. https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iecmd/severin_prirodookhoronni_tekhnologii/dop-m.html

3. Malieiev, V. O., Bezpachenko V. M., & Semenchenko O. O. (2018). Atmosferne povittia m. Khersona: stan i problemy [Atmospheric air of Kherson: state and problems]. *Ekologichni nauky : naukovo-praktichnii zhurnal. – Ecological sciences: a scientific and practical journal*, 3(22), 47-52 [in Ukrainian].

4. Viazovik V. M., Korzhyk L. V., & Stoliarenko H.S. (2010). Tekhnolohii ochyshchennia haziv [Gas purification technologies]. – Cherkasy: Vertykal, vydavets Kandych S.H. [in Ukrainian].

5. Ratushniak H. S., & Lialiuk O. H. (2008). Zasoby ochyshchennia hazovykh vykydiv [Means for cleaning gas emissions]. Vinnytsia : UNIVERSUM–Vinnytsia [in Ukrainian].

6. Krusir H. V., Madani M. M., & Harkovych O. L. (2017). Tekhnika ta tekhnolohii ochyshchennia hazovykh vykydiv [Techniques and technologies for cleaning gas emissions]. Odesa: ONAKhT-Odesa [in Ukrainian].

7. Kuznietsov S. I., Malieiev V. O., & Bezpachenko V. M. (2019). Vysokotemperaturna neutralizatsiia nitrohen oksydiv u vykhlopnykh hazakh sudnovykh dvyhuniv [High-temperature neutralization of nitrogen oxides in the exhaust gases of ship engines]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho universytetu imeni admiral Makarova – Collection of scientific works of the National University named after Admiral Makarov*, 2(476), 73-76 [in Ukrainian].

8. Kuznietsov Serhii, Yatsenko Fedir, Bezpachenko Violetta, Thermal method of air purification from nitrogen oxides. *World science: problems, prospects and innovations*: Abstracts of III International scientific and practical conference, (November 25-27, 2020) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2020. P. 82-87.

9. Kuznietsov S.I., Maljejev V.O., Semenchenko O. O., Bezpachenko V. M. Thermal conversion of nitrogen oxides in a flow reducing gas. *Ecological sciences*: K.: Publishing House "Helvetika", 2021. – No. 6(39). P. 77-81.

10. Yurkevych Yu. S., Vozniak O. T., & Zhelykh V. M. (2012). Promyslovi tekhnolohii ta ochyshchennia tekhnolohichnykh i ventyliatsiinykh vykydiv [Industrial technologies and cleaning of technological and ventilation emissions] MONMS Ukrainy, NU «Lvivska Politehnika» [in Ukrainian].

УДК 621.38(075.32)

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.4>**Д. О. ЛИЧОВ**

кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри автомобільного транспорту
та сучасної інженерії
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»
ORCID: 0000-0002-3231-5985

Т. В. ПЕТРЕНКО

старший викладач кафедри автомобільного транспорту
та сучасної інженерії
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»
ORCID: 0000-0003-4733-4035

Е. Г. САФАРОВ

кандидат технічних наук,
доцент кафедри автомобільного транспорту та сучасної інженерії
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»
ORCID: 0000-0002-4584-5539

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОБУСІВ НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Особливу увагу слід звернути на можливості використання електробусів, які змінили двигун внутрішнього згорання на електричний двигун для покращення стану навколишнього середовища мегаполісів. 80% міжміських перевезень до 2040 року в країнах Європейського Союзу мають перейти на електричні автобуси, таку тенденцію для великих міст планується реалізувати і на території України. Велика увага приділяється в Україні щодо розвитку транспортної інфраструктури у напрямку електротранспорту в межах міста. Для цього, починаючи з 30 жовтня 2019 року, під час зібрання Федерації роботодавців автомобільної галузі розглядалися питання щодо термінології проектування та виробництва електротранспорту, його електрозарядної інфраструктури, зарядних пристроїв та широкого вивчення ринку забезпечення електроавтобусами для комунальних підприємств міст.

Основними представниками підприємств-виробників електротранспорту в Україні виступають: компанія *Mitigation technology*, компанія *Єврокар*, *АВЕРЕ Україна* *Укравтопром*, *EV-UA – Українська Асоціація Учасників Ринку Електромобілів*, ГО «Клуб «Електро-автосам», Федерація роботодавців автомобільної галузі, Корпорація «Богдан». Результатом зустрічі були внесені пропозиції щодо внесення змін до закону України «Про автомобільний транспорт». Сучасне виробництво електроавтобусів є альтернативою для зменшення використання автобусів з двигунами внутрішнього згорання, що значно поліпшує екологію міста та регіону в цілому. Вартість обслуговування та ремонт значно менша, порівняно із звичайними автобусами. Оснащення електричним двигуном міського транспорту в Україні безперечно стиряє правилам Європейського Союзу щодо Міжнародних стандартів перевезення пасажирів.

Ключові слова: електричний транспорт, електробус, акумуляторна батарея.

D. O. LYCHOV

Candidate of Technical Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Road Transport
and Modern Engineering
Open International University of Human Development "Ukraine"
ORCID: 0000-0002-3231-5985

T. V. PETRENKO

Senior Lecturer at the Department of Road Transport
and Modern Engineering
Open International University of Human Development "Ukraine"
ORCID: 0000-0003-4733-4035

E. G. SAFAROV

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Road Transport
and Modern Engineering
Open International University of Human Development "Ukraine"
ORCID: 0000-0002-4584-5539

POWER SUPPLY OF ELECTRIC BUSES IN MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

Special attention should be paid to the possibilities of using electric buses, which changed the internal combustion engine to an electric engine to improve the city's environment. By 2040, 80% of intercity transportation in the countries of the European Union should switch to electric buses, and such a trend for large cities is planned to be implemented on the territory of Ukraine. Much attention is paid in Ukraine to the development of transport infrastructure in the direction of electric transport within the city. To do this, starting from October 30, 2019, during the meeting of the Federation of Employers of the Automotive Industry, issues related to the terminology of the design and production of electric vehicles, its electric charging infrastructure, charging devices and a broad study of the market for the supply of electric buses for municipal utilities of cities were considered.

The main representatives of electric transport manufacturers in Ukraine are: Murmuration technology company, Eurocar company, AVERE Ukraine Ukravtoprom, EV-UA – Ukrainian Association of Electric Vehicle Market Participants, NGO "Electro-autosam Club", Federation of Employers of the Automobile Industry, Corporation "Bohdan". As a result of the meeting, proposals were made to amend the Law of Ukraine "On Road Transport".

Modern production of electric buses is an alternative to reduce the use of buses with internal combustion engines, which significantly improves the ecology of the city and the region as a whole. The cost of maintenance and repair is much lower compared to ordinary buses. Equipping urban transport with an electric engine in Ukraine undoubtedly contributes to the European Union's rules regarding International Passenger Transportation Standards.

Key words: electric transport, electrobus, battery.

Постановка проблеми

Сучасне виробництво та продаж електротранспорту в Європі та Україні набули широких обсягів. Особливу увагу слід звернути на можливості використання електробусів, які змінили двигун внутрішнього згорання на електричний двигун для покращення навколишнього середовища міста.

80 % міжміських перевезень до 2040 року в країнах Європейського Союзу мають перейти на електричні автобуси, таку тенденцію для великих міст планується реалізувати і на території України. Враховуючи такий потенціал щодо використання електробусів, маємо глибше розглянути їх конструктивні особливості та можливості експлуатації в межах міста.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження машин з електричною тягою показали, що саме перехід до більш екологічно чистого без шкідливих викидів машини – формула можливості до зменшення видобутку нафти та газу з подальшою їх переробкою. Використання акумуляторної батареї дає можливість об'єднати з двигуном внутрішнього згорання або повністю перейти на електричну рушійну силу.

На сьогодні багато науковців як в Україні, так і за кордоном дуже широко вивчають питання машин з електротягою. Зокрема, Будьонний О. В., Гладій Б. О., Гнатів А. В., Гончаров Ю. П., Дембіцький В. М., Кошель М. Д., Шевчук Я. В.

Формування мети дослідження

На європейському ринку тенденції створення електробусів належать таким виробникам: польському Solaris, шведському Volvo, німецькому MAN і Mercedes-Benz. BYD та китайські. Але тенденції щодо кількості виробництва електробусів на разі немає, при цьому Китай не відстає від європейського ринку.

Зокрема, MAN випустив 18-метровий електробус Lion's City 18 E, розрахований на перевезення 120 пасажирів. Потужність електродвигуна від 350 до 480 кВт з модульною батареєю 640 кВт·г. Польський Solaris випустив 15-метрову модель Urbino 15 LE electric з трьома дверима для перевезення 53 пасажирів на сидячих місцях. Основне призначення для міських та приміських перевезень з потужністю двигуна 300 кВт, а також водним охолодженням, чотири батарейні блоки розташовані у задній частині автобуса, ще дві на даху, загальна потужність акумулятора 470 кВт.

Особливу увагу слід звернути на 18-метровий електробус від німецького виробника Mercedes-Benz eCitaro G. Це перша серійна модель міського автобуса з батареями, які мають твердий склад. Такий склад сприяє збільшенню збереження енергії на 25% та терміну служби, ніж літій-іонові батареї. Компанія гарантує до 10 років експлуатації батареї на електробусі eCitaro G та пробіг – до 840 тис. км. Ємність батареї складає 441 кВт·г дозволяє eCitaro G запас ходу до 220 км у теплий період і до 170 км пробігу в холодний період при увімкненому опаленні.

Починаючи з 2015 року львівський завод «Електрон» запропонував проєкт та випустив перший електробус «Електрон E191». Довжина кузова 12 метрів з розрахунком на 100 пасажирів. Повного заряду батареї вистачає на 225 км, при цьому, акумулятор витримує від 5 до 8 циклів перезарядки протягом 7 годин. Є дуже цікава особливість львівського електробуса – це наявність пантографа. Цей прилад надає можливість працювати електробусу і, як тролейбус, оскільки зарядження відбувається від контактної мережі.

Домінуюче місце щодо батарейних моделей належить – комплект батарей на борту електроавтобуса, але тенденція використання різних речовин для батарей є і водневі паливні елементи. Наприклад, на півночі Данії працює модель А330 від компанії Van Hool.

Велика увага приділяється в Україні щодо розвитку транспортної інфраструктури у напрямку електротранспорту в межах міста. Для цього, починаючи з 30 жовтня 2019 року, під час зібрання Федерації роботодавців автомобільної галузі розглядалися питання щодо термінології проектування та виробництва електротранспорту, його електрозарядної інфраструктури, зарядних пристроїв та широкого вивчення ринку забезпечення електроавтобусами для комунальних підприємств міст.

Основними представниками підприємств–виробників електротранспорту в Україні виступають: компанія Migration technology, компанія Єврокар, АБЕРЕ Україна Укравтопром, EV-UA – Українська Асоціація Учасників Ринку Електромобілів, ГО “Клуб “Електро-автосам”, Федерація роботодавців автомобільної галузі, Корпорація “Богдан”. Результатом зустрічі були внесені пропозиції щодо внесення змін до закону України «Про автомобільний транспорт» в Розділ VI «Прикінцевих положень», зокрема:

1. Розробити екологічні вимоги до парку автобусів, які обслуговують пасажирів на міських маршрутах в містах Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Львів з поетапним доведенням кількості електроавтобусів українського виробництва (що мають один або кілька електродвигунів) від парку від 5 відсотків у 2021 році до 50% в 2031 році.

2. Розробити екологічні вимоги до парку автомобільних транспортних засобів, які здійснюють перевезення побутового і харчового сміття в містах Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Львів з поетапним доведенням кількості електровантажівок українського виробництва (сміттевозів, що мають в якості двигуна один або кілька електродвигунів) від парку від 5 відсотків в 2021 році до 50% в 2031 році [1].

Однією з перших українських компаній, яка отримала сертифікат відповідності на виробництво стала компанія Skywell (рис. 1, 2). Це 12-метровий автобус NJL 6129 BEV, який розрахований на перевезення 81 пасажирів, зокрема місць для сидіння – 32. Максимальна швидкість складає 70 км/год, запас ходу – 300 км. На зарядку електробатарей йде 40–80 хвилин. Електроавтобус оснащений LED-освітленням, підсвіткою сходинок, низькою підлогою, водійським сидінням з електропідігрівом, системою відеоконтролю парковки і дверей під час зупинок [2].



Рис. 1

Потенціал використовувати електроавтобуси в межах міста, має сприяти покращенню екологічної ситуації, для зниження статистики смертності у наслідок забруднення повітря, оскільки стан навколишнього середовища в Україні небезпечний. Причинами погіршення екологічної ситуації є:

- використання застарілих автобусів, які працюють на дизельному паливі або дизелі;
- ввезення з країн Європейського Союзу автобусів, які були в експлуатації понад 20 років.

Особливу увагу, слід приділити врегулюванню законодавства України для можливості інвестувати в транспортну інфраструктуру: шляхом розробки проектів щодо впровадження надсучасних технологій, які змінять використання двигунів внутрішнього згорання в автобусах на електродвигун.

На сьогоднішній день, популярною моделлю батареї для електроавтобусів вважається комплект батарей на борту, але є і альтернатива на водневих паливних елементах.

Пробіг та тривалість зарядки обмежує можливість застосовувати електроавтобуси для перевезення пасажирів на значні відстані. Вирішенням цієї серйозної проблеми з можливістю бездротової зарядки зайнялася компанія

Momentum Dynamics, яка почала прокладати мережу в 300 кВт для електричних автобусів. Принцип роботи полягає в наступному: автобуси з приймачем зупиняються над вбудованим в дорожньому покритті зарядним пристроєм, далі зарядка продовжується автоматично, при цьому кожний зарядний модуль має потужність 75 кВт.

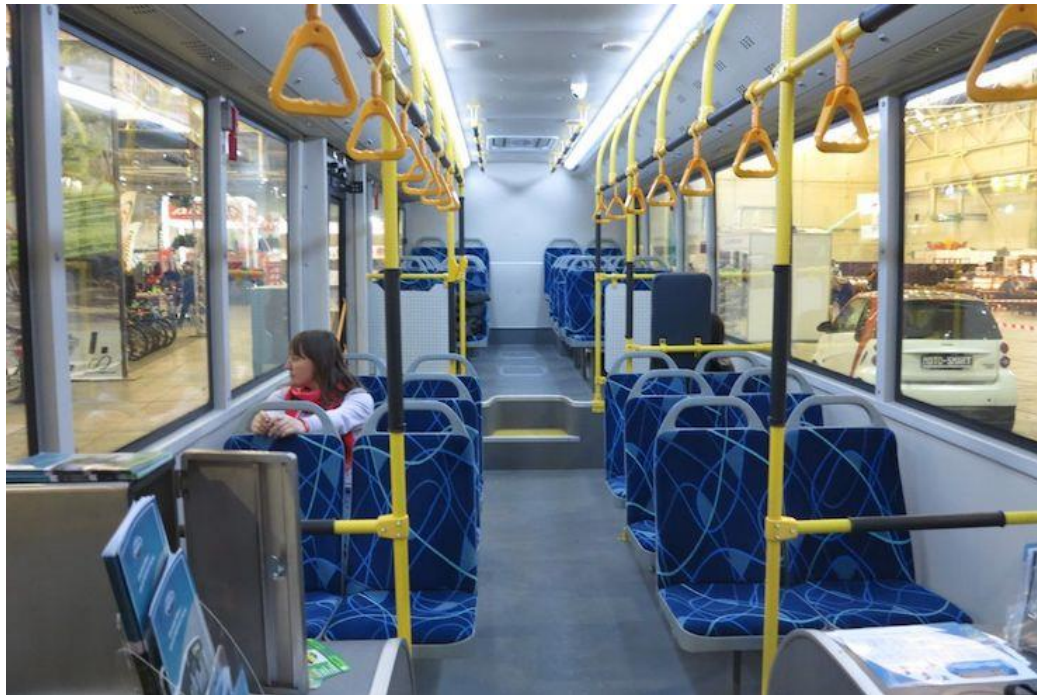


Рис. 2

У Франції було запропоновано розробку батарей з твердим тілом, що сприяло інтегруванню новітніх літій-іонних акумуляторів для моделей Blue Solutions та Bluebus у модельному ряді 6-ти та 12-метрових електробусів. Тенденція використання твердотільних батарей має продовжуватися на ринку виробництва електробусів до 2026 року з появою трьох європейських партнерів. Також майбутні акумуляторні батареї покладається на Forsee Power – фірму, яка спеціалізується на інтелектуальних акумуляторних системах, проектуванні та виробництві літій-іонних батарей для легких та важких транспортних засобів (рис. 3).



Рис. 3

Основні вимоги щодо підтримки ємності батареї протягом терміну служби, швидкості зарядки, безпеки фірми Blue Solutions і Forsee Power (рис. 4) розробили новий акумуляторний елемент GEN4, літій-іонні батареї NMC (нікель-марганцево-кобальтові) з високою щільністю енергії, марок FORSEE ZEN PLUS та FORSEE ZEN SLIM для поточної лінійки електроавтобусів Bluebus.

Ультратонка конструкція зарядної батареї, яку випустили в 2022 році (акумуляторна система ZEN PLUS) для 12 метрових електроавтобусів Bluebus. Акумуляторна система ZEN PLUS складається з 28–32 модулів ємністю від 74 до 84 кВт·г, де літій-іонні елементи NMC мають керований температурний режим, що сприяє використанню в різних кліматичних поясах, терміном служби до 5000 циклів для систем ZEN SLIM та ZEN PLUS. Ці літій-іонні батареї виробник пропонує у п'яти варіантах ємності (74–84 кВт·год.) зі щільністю енергії до 180 Вт·г/кг при цьому тримаючи моторизацію 650 Вт та 800 Вт в одному форматі акумуляторної батареї.

Перший досвід застосування Forsee Power дозволив працювати понад 1800 електробусів у Європі та відкрити нові ринки продажу в Африці, Близькому Сході.



Рис. 4

Ще однією ініціативою використання акумуляторних батарей може бути переоснащення автобусів на автобуси з електротягою. Задня вісь електробуса із вбудованими в маточину колеса електродвигунами. Фото: Gero Rueter/DW (рис. 5).



Рис. 5

Висновки

Сучасне виробництво електробусів є альтернативою для зменшення використання автобусів з двигунами внутрішнього згорання, що значно поліпшує екологію міста та регіону в цілому. Вартість обслуговування та ремонт значно менша, порівняно із звичайними автобусами. Оснащення електричним двигуном міського транспорту в Україні безперечно сприяє правилам Європейського Союзу щодо Міжнародних стандартів перевезення пасажирів.

Список використаної літератури

1. Макогон С. Електромобілі – майбутнє, метан – теперішнє. Як швидко покращити ситуацію із забрудненням повітря в Україні. URL: <https://nv.ua/ukr/biz/experts/gaz-na-avto-gbo-ekonomichnodlya-vlasnikiv-chisto-dlya-navkolishnogo-seredovishcha-vigidno-dlya-ukrajini-50036086.html> (дата звернення: 26.09.2023).
2. Китайська компанія BYD зі своїми електробусами вийшла на ринок Німеччини. URL: https://elektrovesti.net/67826_kitayskaya-kompaniya-byd-so-svoimi-elektrobusami-vyshla-na-rynokgermanii (дата звернення: 26.09.2023).

References

1. Makogon S. (2019). Electric cars are the future, methane is the present. How to improve the air pollution situation in Ukraine quickly. Retrieved from: <https://nv.ua/eng/biz/experts/gaz-na-avto-gboekonomichno-dlya-vlasnikiv-chisto-dlya-navkolishnogo-seredovishcha-vigidno-dlya-ukraine-50036086.html> (Accessed: 26.09.2023).
2. Electrovesti.net (2019). BYD Chinese Company Launches German Market with its Buses. Retrieved from: https://elektrovesti.net/67826_kitayskaya-kompaniya-byd-so-svoimi-elektrobusami-vyshlana-rynok-germanii (Accessed: 26.09.2023).

P. V. LUBIANYPh.D., Associate Professor,
Head of the Department of Transport Systems and Technical Service
Kherson National Technical University
ORCID: 000-0003-2668-5063**O. A. VOITOVYCH**Ph.D., Associate Professor,
Dean of the Faculty of Engineering and Transport
Kherson National Technical University
ORCID: 000-0003-0510-4362**V. P. SLAVYCH**Ph.D., Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport Systems
and Technical Service
ORCID: 0000-0001-7882-4198**I. O. KUZMENKO**Postgraduate Student at the Department of Economics, Entrepreneurship
and Economic Security
Kherson National Technical University
ORCID: 0009-0004-6878-7310

FORMATION OF THE PASSENGER TRANSPORTATION TARIFF AS AN EXAMPLE OF POPULATION MOBILITY IN THE CITY OF KHERSON

The market of city passenger transport (CPT) services, which is dynamically developing, is accompanied by practically the same dynamic increase in the level of prices. The need for price regulation is dictated by three tasks facing the CPT:

firstly, the reduction of transport discrimination among the population of those areas of the city where, from an economic point of view, the functioning of public transportation is inefficient;

secondly, guaranteed provision of minimum transport services to the population;

thirdly, increasing the attractiveness of CPT to the population with average incomes (who have or have the opportunity to purchase a personal car), which is achieved by improving the quality of the services provided.

In the Soviet period, the regulation of the CPT price was pursued mainly by solving the first two tasks. However, the mobilization of the population, which is gaining momentum, in Ukraine increasingly requires the CPT to solve the third task. One of the mechanisms capable of determining the permissible level of the tariff is the analysis of consumer preferences when the population chooses a method of movement.

As a basis for calculating the cost of movement of residents of Kherson, the authors used the method of expediency to estimate transport costs using the given time of movement. In this way, the actual cash costs incurred by using different levels of income were translated into the time that had to be worked to offset the cash costs. Time spent on movement was translated into cost. Then this cost was summed up with the actually incurred transport costs. This is caused by a contradiction in the calculation of the criterion for choosing walking. Thus, the criterion for choosing to travel on foot was dependent on the consumer's income level and actually depended on the distance of travel. However, at the same level of time, it will be perceived differently by a person with a different level of income.

The goal is to study the influence of the tariff and level of public transport services on the choice of the city population's mode of transportation.

Key words: tariff, motorization, route network, costs, movement, income level.

П. В. ЛУБ'ЯНИЙкандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри транспортних систем та технічного сервісу
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 000-0003-2668-5063**О. А. ВОЙТОВИЧ**кандидат технічних наук,
доцент кафедри транспортних систем та технічного сервісу
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 000-0003-0510-4362**В. П. СЛАВИЧ**кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних систем та технічного сервісу
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-7882-4198

І. О. КУЗЬМЕНКО

аспірант кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0009-0004-6878-7310

ФОРМУВАННЯ ТАРИФУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ НА ПРИКЛАДІ РУХОВОСТІ НАСЕЛЕННЯ МІСТА ХЕРСОНА

Ринок послуг міського пасажирського транспорту (МПТ), що динамічно розвивається, супроводжується практично таким же динамічним підвищенням рівня цін. Необхідність регулювання цін продиктована трьома завданнями, що стоять перед МПТ:

по-перше, зниження транспортної дискримінації населення тих районів міста, де з економічного погляду неефективне функціонування МПТ;

по-друге, гарантоване забезпечення населення мінімальними транспортними послугами;

по-третє, підвищення привабливості МПТ перед населенням, що володіє середніми доходами (які мають або має можливість придбати особистий автомобіль), що досягається шляхом підвищення якості послуг, що надаються.

У радянський період регулювання ціни на МПТ переслідувало рішення переважно перших двох завдань. Однак мобілізація населення, що набирає темпи, в Україні все більшою мірою вимагає від МПТ вирішення третього завдання. Одним із механізмів здатних визначити допустимий рівень тарифу є аналіз споживчих переваг при виборі населення способу переміщення.

В основі розрахунку вартості переміщень жителів м. Херсона авторами використовувався метод доцільності оцінювати транспортні витрати з допомогою наведеного часу переміщення. Таким чином, фактично понесені грошові витрати за допомогою використання різних рівнів доходів переводилися в той час, який потрібно було відпрацювати, щоб компенсувати грошові витрати. Витрачений час на пересування переводилося у вартість. Далі ця вартість підсумовувалась з фактично понесеними транспортними грошовими витратами. Викликано це протиріччям при розрахунку критерію вибору пішого переміщення. Так критерій вибору пішого переміщення був залежний від рівня доходів споживача і фактично залежав від відстані переміщення. Однак, при тому ж рівні часу воно буде по-різному сприймається людиною з різним рівнем доходу.

Метою є вивчення впливу тарифу та рівня послуг МПТ на вибір міського населення способу переміщення.

Ключові слова: тариф, автомобілізація, маршрутна мережа, витрати, переміщення, рівень доходу.

Formulation of the problem

The study of consumer preferences when choosing a method of movement is one of the basic conditions for forming a rational level of the tariff for (CPT) services. Depending on the level of the tariff and the level of services provided, the CPT changes and the consumer preference of the population. And the analysis of the transport costs incurred by the consumer allows us to draw conclusions about which method of movement the individual will choose.

MPT services is characterized by a reduction in the time spent on moving the population and leads to an increase in the costs of the CPT system. The increase in costs is due to the development of the route network (expanding the geography of trips) and the reduction of intervals between the movement of route vehicles (vehicles) on the routes (which is achieved due to the increase in the speed of communication and the increase in the number of vehicles operating on the route).

Analysis of recent research and publications

The characteristics of different types of transport, which are directly evaluated by the consumer when traveling to the workplace, are: travel time and costs. Based on this provision, we will evaluate the services provided by CPT in terms of time and cost. Let's consider the impact of the tariff level on the resident's decision to choose a method of movement.

Activity [1] examines in detail the analysis methodology for the quantitative evaluation of the choice of one or another method of movement. The necessary data for calculating the given transport costs in the model is quite easy to determine in practice. A similar model of choosing between different modes of movement is presented in [2]. The characteristics of different types of transport, which are directly evaluated by the consumer during the trip, are: trip time and costs for it [3]. Based on this provision, we will evaluate the services provided by the CPT in terms of time and cost.

Formulation of the purpose of the research

The author used the method [1] with an amendment as a basis for calculating the cost of moving residents of Kherson. The activity was evaluated by transport costs using the specified travel time. Thus, the actually incurred cash costs by using different levels of income were translated into the time that had to be worked to offset the cash costs. Time spent on movement was translated into cost. Then this cost was summed up with the actually incurred transport costs. This is caused by a contradiction in the calculation of the criterion for choosing walking. Thus, the criterion for choosing to travel on foot was dependent on the consumer's income level and actually depended on the distance of travel. However, at the same level of time, it will be perceived differently by a person with a different level of income. The criterion for choosing a mode of movement was calculated:

$$K_i = A_1^i + A_2^i \cdot L + \frac{A_3^i \cdot L + A_4^i}{D} \quad (1)$$

The criterion for choosing a mode of movement was calculated as follows:

$$K_i = A_1^i \cdot D + A_2^i \cdot D + A_3^i \cdot L + A_4^i \quad (2)$$

where A_1^i – time spent that does not depend on the distance of movement, hour;
 A_2^i – Time spent per unit length of movement, hour/km;
 A_3^i – Costs per unit length of movement, hryvnias / km;
 A_4^i – Costs independent of the length of movement, hryvnias;
 L – distance of movement, km;
 D – per capita income of the subject of displacement, hryvnias/hour.
 Coefficients A_{1-4} for different methods of movement can be defined as follows.
 The main parameters that determine the cost of movement are presented in fig.1.

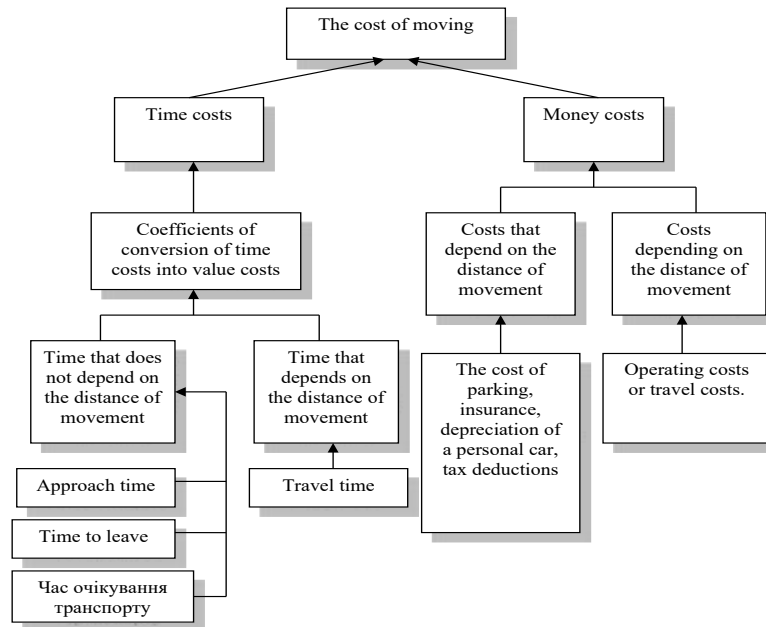


Fig.1. Formation of the cost of movement

Movement on foot:

There are no time costs that depend on the distance to move. Worthwhile costs in your mode of movement can also be neglected. Therefore, the coefficients A_1, A_3 and A_{4in} in this case are equal to zero. Coefficient A_2 inversely proportional to the speed of walking and directly proportional to the psychological assessment of time spent on walking:

$$A_2 = \frac{P_{walk}}{V_{walk}} \tag{3}$$

where V_{walk} – walking speed, km/h;

P_{walk} – coefficient of psychological assessment of time spent on walking.

City passenger transport

Time costs, which depend on the distance of movement, are represented by the time of walking approach (departure) to the stopping point. These time costs are inversely proportional to the density of the CPT route network. Adjusted for the coefficient of psychological assessment of time spent on walking. The relationship between the network density and the approach (departure) distance to the stopping point corresponds to a rectangular network:

$$T_{walk} = \frac{P_{walk}}{3P_{mv} \cdot V_{walk}} \tag{4}$$

where P_{mv} is the density of the route network, km/km²

The same category includes the time for waiting for the vehicle at the stop. This time is perceived as half of the movement interval of CPT route units. Adjusted for the value of the psychological assessment of the waiting time:

$$T_w = \frac{P_w \cdot I_{mov}}{2} = \frac{P_w \cdot L_{Mar}}{2 \cdot A_o \cdot V_o} \tag{5}$$

where P_w is the coefficient of psychological assessment of waiting time.

I_{mov} – interval of movement of vehicles on the route, hour;

L_{Mar} – total length of CPT routes, km;

A_o – number of operating units of CPT, units;

V_o – operational speed of the CPT, km/h.

In total, these temporary characteristics constitute the value of the coefficient A_1 .

$$A_1 = \frac{P_{walk}}{3P_{mv} \cdot V_{walk}} + \frac{P_w \cdot L_{Mar}}{2 \cdot A_o \cdot V_o} \quad (6)$$

The time spent on the actual trip per unit of its length (coefficient A_2) is equal to the reciprocal of the message speed:

$$A_2 = \frac{1}{V_s} \quad (7)$$

where V_s – the speed of the message on the CPT, km/h.

There are no costs depending on the length of the journey in the intra-city message ($A_3 = 0$). Disadvantages, which depend on the length of the movement (A_4), are equal to the fare to the CPT.

Trips by car:

Time costs not related to the distance of the trip (A_1) are equal to the time of walking to the parking place and from it to the destination. It is taken as a constant and adjusted for the psychological assessment of walking time.

$$A_1 = \frac{L_{park} \cdot P_{walk}}{V_{walk}} \quad (8)$$

where L_{park} is the average distance to the car parking place, km.

The time per unit length of movement (A_2) is inversely proportional to the speed of the flow of cars on city streets. Adjusted for the value of the coefficient of psychological assessment of movement in a passenger car:

$$A_2 = \frac{P_{pas}}{V_{pas}} \quad (9)$$

where P_{pas} is a psychological assessment of driving time in a passenger car;

V_{pas} - speed of a passenger car, km/h.

Cost category A is proportional to the distance of movement. Value costs per unit of trip length are equal to the rate of variable 1 km mileage costs. Its value is estimated by rationing for an average passenger car based on the actual value of the cost of operational resources. However, these expenses are not incurred during the trip or in connection with it (for intra-city transfers). For example, gasoline is bought based on the fact that there is a shortage of it in the tank, car repair and maintenance is carried out as needed, etc. The lack of an address connection with a specific trip reduces the significance of these costs from a psychological point of view after making a decision to choose a method of movement. Therefore, the value of A_3 is adjusted for the coefficient of psychological assessment of non-target costs:

$$A_3 = P_{nt} \cdot S_{1km} \quad (10)$$

where P_{nt} - coefficient of psychological assessment of non-target costs;

S_{1km} – the rate of variable costs per 1 km mileage, hryvnias /km.

Costs that depend on the distance of movement form two fundamentally different groups.

Expense category B does not depend on the distance of movement, but is directly related to the fact of the trip. Therefore, these costs directly affect the decision of the task of choosing a method of movement and should be included in the criterion without any adjustments.

The category of expenses refers to the group of expenses, the amount of which is not related to the operation of the car at all. For the owner of a personal car, these costs are set, and their value does not depend on the chosen decision on the method of movement. For a moving subject who does not have a personal car, the inclusion of these costs in the selection criterion corresponds to making a decision about the feasibility of purchasing this car. If, on average, the criterion for choosing a personal car with the included costs is less than others based on the totality of his movements, it is economically expedient for him to purchase this car. This will save him money and time in the process of intra-city transfers. Once the car is purchased, the costs involved have much less influence on the choice of mode of transportation. In other words, the choice of foot traffic – CPT – personal car” is made according to different criteria for a car owner who does not have one. This causes the process of motorization to be irreversible. The rationality of choosing a personal car after its purchase increases sharply, so the departure of a passenger of CPT to his own car is almost always irreversible. At least the reverse process is much more complicated. Accounting for this circumstance, and even the non-economic impact of the costs for the decision to choose a method of movement, can be made by the coefficient of psychological assessment of the costs.

Thus, the coefficient A_4 for categories of expenses B and B can be determined as follows:

$$A_4 = \frac{(C_{car}/A_{sl} + C_{year}) \cdot P_{as}}{N_{year}} + C_{fix} \quad (11)$$

where C_{car} – average cost of a passenger car, UAH;

A_{sl} - average service life of the car, years;

C_{year} – annual fixed costs for a car, UAN;

N_{year} – average number of trips per year, units.

P_{as} – coefficient of psychological assessment of costs;

C_{fix} – amount of fixed expenses during the trip, UAN.

The value of N_{year} can be represented by the value of the annual mileage of the car:

$$N_{year} = \frac{L_{year}}{L_{av}} \quad (12)$$

where L_{year} – annual mileage of the car, km;

L_{av} – the average distance of movement, km.

If there is enough statistical information to calculate the choice of moving on foot and with the help of CPT, then the evaluation of the criterion for choosing to move using a car is complicated by such factors as:

First, costs that do not depend on the number of movements (supplied costs) depend on the make and year of the car, as well as the storage method.

Secondly, depending on the make and year of production of the car, there are different operating costs.

Presentation of the main research material

The basic data for the formation of the tariff in the city of Kherson are the standards of the 80s, the last century. However, the method of calculating this tariff is not correct, i.e. unclear initial parameters for the formation of expenditure items.

As a result, negative points in the current tariff formation system were identified:

– when calculating the tariff, only the costs and revenues of communal passenger enterprises are taken into account, the costs and revenues of commercial operators are not taken into account, although they are a component and already quite large in the volume of work performed by CPT.

– the «acceptable» level of the tariff is not calculated based on the expenses of the family budget.

categories of citizens lead to an inflated level of both the tariff and the bearing of losses, because even such a high level of the tariff does not compensate for the costs actually incurred. Setting the tariff only at the level of the cost of transportation of one paying passenger allows the transportation of beneficiaries without any compensation. At its core, in the city of Kherson, in the field of public transportation, there is a situation where there is cross-subsidization in an implicit form, which is expressed in the fact that the passengers who pay the fare partially compensate the fare of the beneficiaries. This statement is valid only for utility companies. As a result, commercial enterprises work at an increased tariff, which contributes to the development of the commercial sector of the CPT.

Conclusions

An unjustified increase in the tariff for CPT services destabilizes the situation in society, forcing low-income groups of the population to use CPT less and to look for other alternatives both for movement and for the purposes that prompted the trip. Medium-income and high-income population groups will look for alternative, more acceptable solutions to maintain their transport mobility or ways to reduce it.

Bibliography

1. Луб'яний П.В., Войтович О.О., Макаренко В.Д. Якість пасажирських транспортних послуг на основі нефінансових показників. Вісник Херсонського національного технічного університету. № 1(84). 2023р. С. 48 – 55.
2. Понкратов Д. П., Фалецька Г. І. Вибір пасажирями шляхів пересування в містах: монографія. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 164 с.
3. Логачов Є.Г. Визначення та використання вартісної оцінки неякісних транспортних послуг, що надаються перевізником на маршруті МПтС / Є.Г. Логачов, О.Є. Сокульський // Вісник НТУ. К., 2011. № 24.С. 183 – 188.
4. Лігум Ю.С. Економічна модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах міської пасажирської транспортної системи / Ю.С. Лігум, Є.Г. Логачов // Науково-економічний журнал «Актуальні проблеми економіки». 2004. Вип. № 7. С. 124-140.
5. Звіт про науково-дослідну роботу «Обстеження пасажиропотоків на міських автобусних та троллейбусних маршрутах загального користування в м. Херсон»; ХНТУ договір від 23.07.2021р. № 148. 2021. 51 с.

References

1. Lub'yanyy P.V., Voytovych O.O., Makarenko V.D. (2023) Yakist' pasazhyr's'kykh transportnykh posluh na osnovi nefinansovykh pokaznykiv. Visnyk Kherson's'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu. № 1(84). S. 48 – 55.
2. Ponkratov D. P., Falets'ka H. I. (2015) Vybir pasazhyramy shlyakhiv peresuvannya v mistakh: monohrafiya. Kharkiv: KHNUMH im. O. M. Beketova, 164 s.
3. Lohachov YE.H. (2011) Vyznachennya ta vykorystannya vartisnoyi otsinky neyakisnykh transportnykh posluh, shcho nadayut'sya pereviznykom na marshruti MPtS / YE.H. Lohachov, O.YE. Sokul's'kyy. Visnyk NTU. K., № 24. S. 183 – 188.
4. Lihum YU.S. (2004) Ekonomichna model' yakosti obsluhovuvannya pasazhyriv na marshrutakh mis'koyi pasazhyr's'koyi transportnoyi systemy / YU.S. Lihum, YE.H. Lohachov. Naukovo-ekonomichnyy zhurnal «Aktual'ni problemy ekonomiky». Vyp. № 7. S. 124-140.
5. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Obstezhennya pasazhyropotokiv na mis'kykh avtobusnykh ta trolleybusnykh marshrutakh zahal'noho korystuvannya v m. Kherson»; KHNTU dohovir vid 23.07.2021r. № 148. 2021. 51.

О. М. МЕЛЬНИК

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри судноводіння і морської безпеки
Одеський національний морський університет
ORCID: 0000-0001-9228-8459

АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКО-ОРІЄНТОВАНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Морський транспорт є важливим компонентом розвитку суспільства, забезпечуючи ефективний розподіл виробничих сил, трудових ресурсів, сировини та послуг. Безпека на морському транспорті відіграє вирішальну роль у забезпеченні захисту життя і здоров'я людей, збереженні довкілля та запобіганні втрат і збитків. Вона включає безліч аспектів, таких як безпека суден, портів, морських шляхів, а також забезпечення безпеки екіпажів суден і пасажирів. Для забезпечення безпеки застосовуються різні підходи і заходи, включно з розробленням міжнародних стандартів, застосуванням передових технологій, навчанням персоналу та ефективним управлінням кризовими ситуаціями. В статті наголошується на важливості захисту морського довкілля та необхідності дотримання міжнародних правил і угод щодо запобігання забрудненню морських вод та охорони екосистеми. Морське перевезення також включає в себе ризики, пов'язані зі змінною погодою, технічним станом судна, людським фактором та іншими факторами, що можуть призвести до аварій та інцидентів. З цього приводу розробка ефективних засобів і методів забезпечення безпеки морського перевезення є актуальним науковим завданням для запобігання нещасним випадкам, аварійним ситуаціям з метою захисту життя і здоров'я людей та збереження морського середовища. В дослідженні був проведений аналіз взаємозв'язку між безпекою судноплавства і морським транспортом. Визначено поняття безпеки судноплавства, яке включає в себе заходи та процедури, спрямовані на запобігання аваріям, забезпечення безпеки моряків, пасажирів та вантажу, а також охорону морської екосистеми від забруднення. запропонована модель системної безпеки, яка враховує комплексний підхід до забезпечення безпеки морського перевезення. Ця модель включає в себе ідентифікацію факторів, що впливають на безпеку, аналіз їх взаємозв'язків та розробку відповідних стратегій та заходів.

Ключові слова: безпека судноплавства, морський транспорт, судна, захист довкілля, стандарти безпеки, технології, навчання, кризове управління, сталий розвиток.

О. М. MELNYK

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Navigation and Maritime Safety Department
Odesa National Maritime University
ORCID: 0000-0001-9228-8459

ASPECTS OF ENSURING THE SUSTAINABLE FUNCTIONING OF MARITIME TRANSPORT

Maritime transport is an important component of society's development, ensuring the efficient distribution of productive forces, labor, raw materials and services. Maritime transport safety plays a crucial role in protecting human life and health, preserving the environment, and preventing losses and damage. It includes many aspects, such as the security of ships, ports, sea routes, and the safety of crews and passengers. Various approaches and measures are used to ensure integrated safety, including the development of international standards, the use of advanced technologies, personnel training and effective crisis management. The article emphasizes the importance of protecting the marine environment and the need to comply with international rules and agreements to prevent marine pollution and protect the ecosystem. Maritime transportation is also includes risks associated with variable weather, the technical condition of the vessel, the human factor and other factors that can lead to accidents and incidents. In this regard, the development of effective means and methods to ensure the safety of maritime transportation is an urgent scientific task to prevent accidents and emergencies in order to protect human life and health and preserve the marine environment. The study analyzes the relationship between shipping safety and maritime transportation. The article defines the concept of safety of navigation, which includes measures and procedures aimed at preventing accidents, ensuring the safety of seafarers, passengers and cargo, as well as protecting the marine ecosystem from pollution. Proposed a systemic safety model that takes into account an integrated approach to ensuring the safety of maritime transportation. This model includes identification of factors affecting safety, analysis of their interrelationships and development of appropriate strategies and measures.

Key words: safety of navigation, maritime transport, ships, environmental protection, safety standards, technology, training, crisis management, sustainable development.

Постановка проблеми

Постановка проблеми в аспекті забезпечення безпеко-орієнтованого функціонування морського транспорту включає розгляд різних аспектів, що стосуються безпеки в цій галузі. Це вивчення питань ефективності превентивних заходів, які спрямовані на запобігання небезпекам перед їх виникненням, застосування міжнародних стандартів та правил у системі забезпечення безпеки судноплавства, а також ефективність системи моніторингу та контролю для відстеження виконання стандартів та виявлення потенційних небезпек.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Актуальність дослідження принципів забезпечення безпеки судноплавства полягає в їх важливості для глобального транспортного сектора як безпеки людей, відповідальних за експлуатацію суден, самих суден та вантажів так і для захисту морського довкілля.

У контексті проведеного критичного аналізу літератури щодо безпеки морського транспорту, проведений огляд і аналіз наявних досліджень, наукових статей, звітів та інших джерел, що стосуються безпеки морського транспорту, ідентифікував прогалини та протиріччя, що виникають в результаті досліджень та з'ясування визначення поняття «безпека судноплавства». Так наприклад [1] включає в себе визначення безпеки судноплавства (мореплавства), як це вказано в Міжнародному кодексі з управління безпекою (ISM Code), який є міжнародним стандартом для забезпечення безпеки на морі. У [2] розглядається безпека мореплавства в контексті викликів та можливостей в цифрову епоху, де зокрема вказується що розвиток цифрових технологій може призвести до поступового покращення заходів з підтримки безпеки на морі та забезпечення безперервності морських операцій, але також може відкрити нові джерела загроз для безпеки мореплавства. В [3] підкреслюють важливість людського фактору та культури безпеки в забезпеченні безпеки мореплавства. В [4] висвітлюються важливість управління безпекою в контексті розвитку і злиття автоматизованого виробництва, обміну даних і виробничих технологій в єдину саморегульовану систему та її вплив на судноплавство. В [5] поряд з визначенням наголошуються на важливості управління безпекою морських перевезень, зокрема на пріоритеті використання системи управління безпекою на суднах.

Безпеку мореплавства (судноплавства) іноді визначають як набір умов, які сприяють безпечній і успішній людській діяльності на морі. Це охоплює не лише фізичну безпеку суден, а й різні аспекти, такі як безпека життя людей, майна та навколишнього середовища, а крім того ефективне управління суднами, відповідність міжнародним стандартам та нормативам, а також урахування умов, які постійно змінюються та технологічних викликів. В більш широкому сенсі загальне поняття безпеки судноплавства можна декомпонувати на техніко-технологічну, експлуатаційну, ергономічну, та екологічну (запобігання забрудненню навколишнього середовища з суден) як це вказано у [6]. Забезпечення безпеки судноплавства та питання сталого розвитку морського транспорту досліджено в [7–8].

Метою даного дослідження є виявлення тенденцій, проблемних аспектів та основних причин аварій на ґрунті аналізу аварійності світового флоту, з орієнтацією на розроблення аспектів безпеки судноплавства та заходів запобігання аваріям. Дослідження спрямоване також на ідентифікацію факторів, що впливають на безпеку морського транспорту, та розробку рекомендацій та стратегій для покращення безпеки експлуатації суден.

Викладення основного матеріалу дослідження

Транспорт має істотне значення в сучасному суспільстві, забезпечуючи мобільність людей і товарів. Він відіграє ключову роль в економічному розвитку, сприяючи розширенню торговельних зв'язків, розвитку промисловості та створенню робочих місць. Безпека на морському транспорті є невід'ємною частиною його функціонування і розвитку, вона охоплює широкий спектр аспектів, включно з безпекою суден, портів, морських шляхів і забезпеченням безпеки пасажирів і вантажів. Це включає в себе заходи щодо запобігання аваріям і зіткненням, захисту від піратства і тероризму, а також забезпечення безпеки людей в морських умовах.

Для забезпечення безпеки в морському транспорті застосовуються різні заходи і підходи. Сюди входить робота і дотримання міжнародних норм і стандартів, проведення інспекцій і сертифікації суден, використання передових технологій і систем безпеки, навчання і тренування екіпажів і персоналу, а також ефективне управління кризовими ситуаціями.

Важливим аспектом безпеки в морському транспорті є також охорона навколишнього середовища від забруднення нафтою та іншими шкідливими речовинами. Це охоплює дотримання міжнародних правил і угод щодо запобігання забрудненню морських вод, ефективне управління відходами та заходи щодо захисту морської екосистеми.

Комплекс взаємопов'язаних елементів, що включають транспортні засоби, інфраструктуру, комунікації, правові та організаційні аспекти, які забезпечують переміщення вантажів і пасажирів з одного місця в інше, утворюють водну транспортну систему. Серед іншого основним призначенням водної транспортної системи є забезпечення безпеки перевезень, ефективне використання ресурсів, мінімізація витрат і часу відведеного під перевезення, зниження негативного впливу на навколишнє середовище, а також забезпечення зручності та доступності транспортних послуг для користувачів. Водний транспорт є ключовим елементом міжнародної торгівлі і виконує важливу

роль у глобальній економіці. Його оптимальне функціонування є вирішальним для забезпечення безпеки, надійності та ефективності морських перевезень.

Безпечне мореплавання має важливе значення для економічного та соціального розвитку країн, адже переважна частка міжнародної торгівлі здійснюється за участю магістральних та регіональних морських шляхів, тому безпечна експлуатація суден має істотне значення для забезпечення ефективності та надійності міжнародного торговельного ланцюга.

Забезпечення безпеки та ефективності експлуатації суден охоплює широкий спектр аспектів, включно з безпекою самих суден, їх екіпажів, керуванням судном та маневруванням, надійністю та безвідмовністю навігаційного обладнання і судових технічних систем, прогнозуванням погоди на маршруті переходу, правовими та регуляторними питаннями, а також міжнародними стандартами та конвенціями, що стосуються безпеки судноплавства. Безпека мореплавства регулюється міжнародними організаціями, такими як Міжнародна морська організація (ІМО), яка розробляє і реалізує міжнародні стандарти і правила, спрямовані на постійне вдосконалення та сталий розвиток системи безпеки на морі.

Аналіз аварійності світового флоту вказує на важливі проблеми та тенденції, пов'язані з безпекою морського транспорту. Дослідження показують, що аварійність є серйозним викликом для галузі та має потенціал призвести до втрат життів, забруднення довкілля та фінансових втрат (Рис. 1).

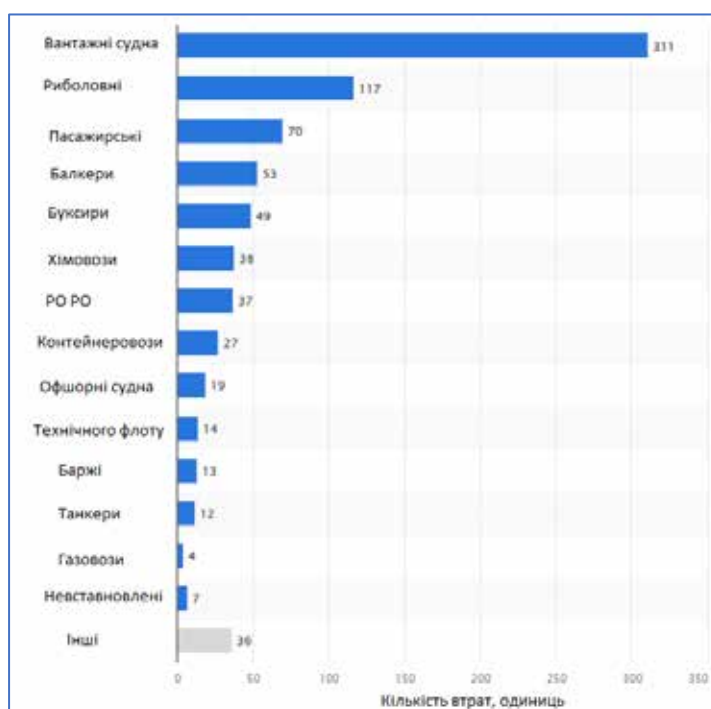


Рис. 1. Кількість втрачених суден у світі в період з 2013 по 2022 рік, за типами суден (Statista, 2023)

Цей графік демонструє розподіл втрачених суден у період з 2013 по 2022 роки, поділяючи їх на дві категорії: вантажні судна та інші типи суден. Загалом, з 807 втрачених суден протягом цього періоду, приблизно 311 були вантажними суднами, тоді як решта 496 відносяться до різних інших категорій. У 2022 році найнебезпечнішими регіонами були вода вздовж узбережжя Південно-Східної Азії та Балтійське море. У цих областях спостерігалось найбільше втрат суден.

Даний графік демонструє кількість суден та кількість інцидентів та надає візуальне уявлення про розподіл інцидентів із безпекою мореплавства в різних частинах світу. За допомогою цього графіка можна зробити наступні спостереження що порівняна кількість суден і кількість інцидентів в різних регіонах свідчить про те що певний регіон має високу кількість інцидентів відносно кількості суден, це може свідчити про проблеми з безпекою в цьому конкретному регіоні. Визначити регіони з найбільшою кількістю інцидентів або області, де потрібно зосередити більше уваги на покращення безпеки мореплавства та прийняття додаткових заходів для запобігання інцидентам. Порівняти кількість інцидентів в різних частинах світу. Це може вказувати на певні географічні області з підвищеним ризиком безпеки мореплавства, де можуть бути потрібні спеціальні заходи з підвищення безпеки.

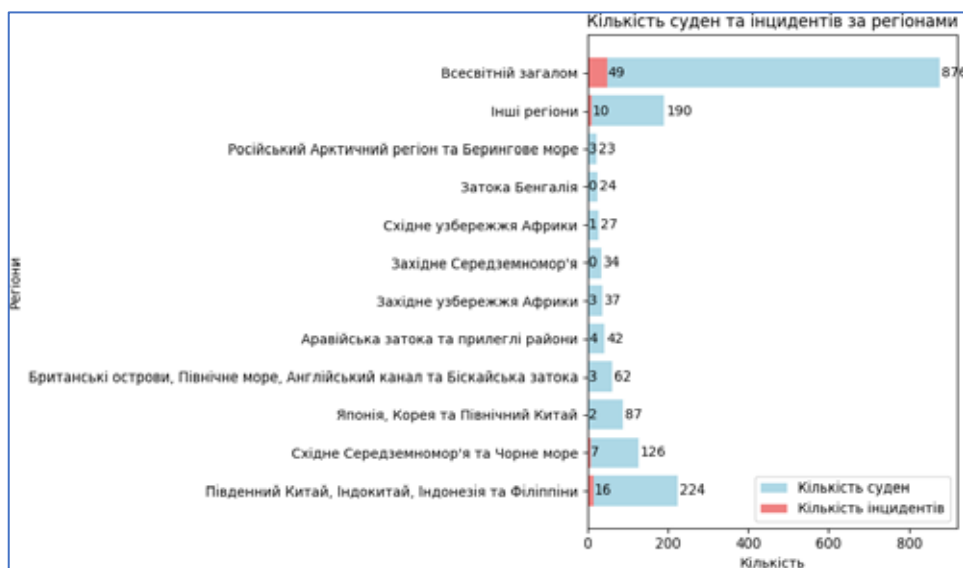


Рис. 2. Співвідношення між кількістю суден і кількістю інцидентів у різних регіонах світу

Даний аналіз дозволяє візуально зрозуміти розподіл інцидентів та співвідношення між кількістю суден і кількістю інцидентів у різних регіонах мореплавства, що допомагає у розумінні впливу на безпеку мореплавства та визначенні пріоритетних напрямків дій для покращення безпеки на морі.

Серед основних причин, які спричинили втрату суден у період між 2013 та 2022 роками:

- **Погодні умови.** Сильні шторми, урагани, хвилі та інші небезпечні погодні умови можуть спричинити пошкодження, втрату остійності, або затоплення суден.
- **Людські помилки.** Некоректний процес ухвалення рішень та управління курсом і швидкістю судна під час руху, недостатня підготовка екіпажу, невиконання безпекових процедур або порушення правил безпеки.
- **Технічні несправності.** Несправності у системах керування судном, проблеми з технічними системами та комплексами, машинним устаткуванням, витік палива або інші технічні проблеми можуть спричинити аварію або втрату судна.
- **Проблеми з управління безпекою на борту.** Недостатність або неправильне функціонування систем управління безпекою та нагляду, неефективність регуляторних органів або недотримання міжнародних норм і стандартів.
- **Атаки піратів.** Деякі втрати суден зумовлені проявами піратства у небезпечних районах. Пірати можуть нападати на судна з метою викрадення, захоплення заручників та контролю над судном. Під час нападу пірати можуть вчинити фізичні пошкодження судну, такі як пошкодження корпусу або обладнання.
- **Небезпеки довкілля.** Забруднення морського середовища, таке як вилив нафти чи викид небезпечних речовин здатне пошкодити системи забортної води, призвести до пошкодження механізмів, насосів, фільтрів, розширювальних і стічних цистерн. Крім того зіткнення з кригами або отримання пошкоджень від льодових мас, підводні скелі, коралові рифи або інші підводні перешкоди можуть стати причиною зіткнень та пошкоджень корпусу судна, що також веде до його втрати.

Ці причини можуть діяти окремо або поєднуватися, що створює ризик втрати суден та призводить до серйозних наслідків для безпеки мореплавства.

В сучасній літературі існує декілька визначень безпеки мореплавства. Наприклад, згідно з Міжнародною морською організацією (ММО), безпека мореплавства відноситься до заходів, які спрямовані на забезпечення безпеки життя людей, суден, вантажів та охорону морського середовища (Рис. 3). Однак, інші джерела додатково вказують також на важливість захисту майна, інфраструктури та інших складових транспортної системи підкреслюючи розуміння того, що безпека мореплавства – це складне та багатогранне питання, що вимагає врахування багатьох факторів та підходів до її забезпечення.

В свою чергу тлумачення поняття «безпечне мореплавство» може визначатися як захищеність життя, здоров'я та майна від екологічних та експлуатаційних ризиків, пов'язаних із судноплавством. Оскільки це певним чином широке поняття, його формулювання залежить від контексту та індивідуального підходу, як підсумок універсальні визначення безпеки мореплавства може включати наступні чинники [2]:



Рис. 3. Концепція поняття «безпека мореплавства» згідно ММО

- відсутність небезпеки;
- відсутність ризику, рівень якого не може бути прийнятним;
- відсутність шкоди для здоров'я людини (неприйнятної ризику або особистої шкоди);
- відсутність фінансових втрат.

Загальною метою безпеки судноплавства – залишається забезпечення безпечного і надійного руху суден, захист життя та майна, а також збереження морського довкілля. Для досягнення цієї мети важлива постійна увага до оновлення технологій, навчання персоналу, вдосконалення процедур та забезпечення дотримання стандартів безпеки судноплавства (Рис. 4).



Рис. 4. Підсумкова структура поняття «безпека судноплавства»

Відсутність небезпеки в контексті безпеки судноплавства означає, що водна транспортна система і морська галузь в цілому працюють в умовах, коли ризики, пов'язані з небезпеками, мінімізовані або повністю усунуті. В цьому випадку це означає, що заходи, прийняті для забезпечення безпеки, дієві і відповідають міжнародним стандартам і правилам. Основні принципи досягнення відсутності небезпеки в морському транспорті (Табл. 1):

Таблиця 1

Заходи забезпечення відсутності небезпек

Аспект	Призначення
Превентивні заходи	Безпека судноплавства заснована на превентивних заходах, які спрямовані на запобігання небезпекам перед їх виникненням. Це включає в себе регулярну інспекцію та обслуговування суден, проведення тренувань та навчачь екіпажів, аналіз потенційних ризиків та впровадження відповідних заходів безпеки
Міжнародні стандарти та правила	Міжнародні організації, такі як Міжнародна морська організація (ММО), розробляють стандарти і правила для забезпечення безпеки судноплавства, які повинні дотримуватись всіма учасниками які здійснюють свою діяльність у морській галузі. Ці стандарти охоплюють різні аспекти безпеки, включаючи конструкцію суден, навігацію, пожежну безпеку, рятування та інші
Система моніторингу та контролю	Важливо також застосовувати ефективну систему моніторингу та контролю, для відстеження виконання стандартів безпеки судноплавства, виявляти потенційні небезпеки та вживати відповідних заходів для їх усунення. Сюди входять інспекції, аудити, сертифікація та інші види контролю
Співпраця та обмін інформацією	Іншим важливим аспектом безпеки судноплавства є співпраця між учасниками морського транспорту, включаючи судновласників, операторів портів, урядові органи, рятувальні служби та інші сторони. Обмін інформацією про стан погоди, умови переходу, навігаційні небезпеки та інші фактори допомагає уникати небезпек та приймати обґрунтовані рішення

Відсутність ризику в контексті безпеки судноплавства означає, що небезпеки, пов'язані з морськими перевезеннями, були ідентифіковані, оцінені та виключені або зменшені до мінімуму. Це означає, що всі необхідні заходи прийняті для попередження можливих ризиків та запобігання аваріям. Для досягнення відсутності ризиків на морському транспорті використовуються наступні підходи і заходи (Табл. 2):

Таблиця 2

Заходи забезпечення мінімізації ризиків

Аспект	Призначення
Використання ризик-орієнтованого підходу	Використання ризик-орієнтованого підходу передбачає ідентифікацію потенційних ризиків, їх оцінку та управління. Це включає в себе проведення аналізу ризиків, розробку планів управління ризиками та впровадження заходів для зменшення ризиків до прийняттого рівня
Використання стандартів і правил безпеки	Використання стандартів і правил безпеки запроваджених з боку міжнародних організацій, такі як Міжнародна морська організація (ММО), які встановлюють стандарти і правила безпеки судноплавства, які повинні дотримуватись суднами і суб'єктами морської галузі. Ці стандарти встановлюють мінімальні вимоги щодо безпеки судноплавства і враховують потенційні ризики
Впровадження технологічних інновацій	Впровадження технологічних інновацій і новітніх технологій у морську галузь може допомогти зменшити ризики і покращити безпеку судноплавства. Наприклад, використання автоматизованих систем управління судном, супутникового навігаційного обладнання, систем дистанційного моніторингу може покращити точність і надійність маневрування судна та зменшити ризик аварій
Освіта, підготовка та сертифікація персоналу	Регулярна освіта, навчання та тренування екіпажу судна є важливими елементами забезпечення безпеки судноплавства. Персонал повинен мати необхідні знання і навички для ефективного виконання своїх обов'язків та реагування на можливі небезпеки
Система контролю та нагляду	Ефективна система контролю та нагляду допомагає забезпечити дотримання стандартів безпеки судноплавства. Це включає проведення інспекцій, аудитів та сертифікації суден і портових споруд, а також встановлення механізмів звітності та обліку безпеки

Відсутність шкоди в контексті безпеки судноплавства означає, що небезпеки, які можуть призвести до шкоди людям, майну або довкіллю, були усунені або знижені до мінімуму. Це означає, що морські перевезення здійснюються без негативних наслідків для безпеки, здоров'я та добробуту людей, а також збереження навколишнього середовища. Для досягнення відсутності шкоди в морському транспорті використовуються різні підходи і заходи (Табл. 3):

Таблиця 3

Заходи забезпечення відсутності шкоди морському середовищу

Аспект	Призначення
1	2
Попередження аварій	Розробка та впровадження ефективних систем безпеки та превентивних заходів, таких як регулярне обслуговування суден, інспекції, навчання екіпажу, дотримання міжнародних стандартів безпеки, допомагають попередити аварії та небезпеки
Ефективне управління ризиками	Використання ризик-орієнтованого підходу дозволяє ідентифікувати потенційні ризики та приймати відповідні заходи для їх управління. Це включає оцінку ризиків, розробку планів дій та систему контролю

Закінчення табл. 3

1	2
Забезпечення відповідності стандартам	Дотримання міжнародних стандартів безпеки, правил та рекомендацій, встановлених Міжнародною морською організацією (ММО) та іншими організаціями, допомагає забезпечити відсутність шкоди на морському транспорті
Використання новітніх технологій	Системи моніторингу, автоматизовані системи безпеки, вдосконалені системи навігації та комунікації, допомагає забезпечити безпеку та зменшити можливість виникнення шкоди
Відсутність фінансових збитків	В контексті морського транспорту означає, що морські перевезення здійснюються без значних втрат або шкоди для фінансових інтересів залучених сторін.

Для досягнення відсутності фінансових збитків на морському транспорті використовуються наступні підходи та заходи (Табл. 4):

Таблиця 4

Заходи забезпечення відсутності фінансових збитків

Аспект	Призначення
Страховання	Судновласники, перевізники та інші учасники процесу морського перевезення можуть укласти страхові поліси для захисту від фінансових ризиків, пов'язаних зі збитками або втратами внаслідок аварій, підтоплень, крадіжок тощо
Контракти та угоди	Укладання чітких контрактів та угод із контрагентами, в яких визначаються права, обов'язки та відповідальність сторін, допомагає уникнути можливих фінансових збитків, пов'язаних з невиконанням умов чи змінами умов у процесі перевезень
Ефективне управління логістикою та операціями	Рациональне планування маршрутів, вибір оптимальних транспортних засобів, ефективне завантаження суден та оптимізація ресурсів можуть знизити затрати та ризики фінансових втрат
Застосування сучасних інформаційних систем	Застосування сучасних інформаційних систем, таких як системи електронного документообігу, системи моніторингу та трекінгу вантажів, допомагає забезпечити точність, швидкість та ефективність управління фінансовими аспектами на морському транспорті
Аналіз потенційних ризиків	Аналіз потенційних ризиків, впровадження заходів з їх управління та резервування фінансових ресурсів для випадків непередбачених обставин допомагають зменшити ймовірність фінансових збитків

Для дослідження аспектів забезпечення безпеки та ефективності функціонування морського транспорту можна використати різні моделі, залежно від конкретних цілей та області дослідження, одною з них є модель системної безпеки. Ця модель допомагає аналізувати безпеку морського транспорту як складну систему зі взаємозалежними компонентами. Вона дозволяє вивчати взаємодію між елементами системи, виявляти слабкі місця та визначати заходи для покращення безпеки.

Модель системної безпеки в контексті морського транспорту орієнтована на вивчення взаємодії між різними елементами системи та їх вплив на безпеку. Ця модель дозволяє аналізувати складну структуру морського транспорту, включаючи судна, порти, інфраструктуру, екіпажі та регуляторні органи. Під час застосування моделі системної безпеки проводяться такі дії:

Модель системної безпеки дозволяє зрозуміти комплексність морського транспорту та виявити ключові аспекти, які можуть впливати на безпеку та ефективність функціонування. Вона надає засноване на системному підході розуміння морського транспорту як цілісної системи, де зміни в одному компоненті можуть мати вплив на інші елементи. Це дозволяє розробляти імовірнісні моделі, проводити аналіз ризиків, впроваджувати превентивні заходи та приймати обґрунтовані рішення для поліпшення безпеки морського транспорту.

Висновки

Морський транспорт є важливим сегментом міжнародної торгівлі, а його безпека, надійність та ефективність мають прямий вплив на морські перевезення. Забезпечення безпеки включає в себе розвиток стандартів, технологій, навчання персоналу та систем контролю. Фактор людини грає ключову роль у безпеці та ефективності морського транспорту, і важливо дотримуватися правил безпеки, проводити обслуговування суден, навчати екіпажі та використовувати технології для попередження аварій. Відсутність шкоди означає відсутність фізичних, матеріальних та фінансових збитків, що досягається шляхом запобігання аваріям та дотримання відповідних стандартів безпеки. Забезпечення безпеки, ефективності та відсутності ризиків є важливими для розвитку морського транспорту, і вимагає систематичного дослідження та вдосконалення технологій та практик.

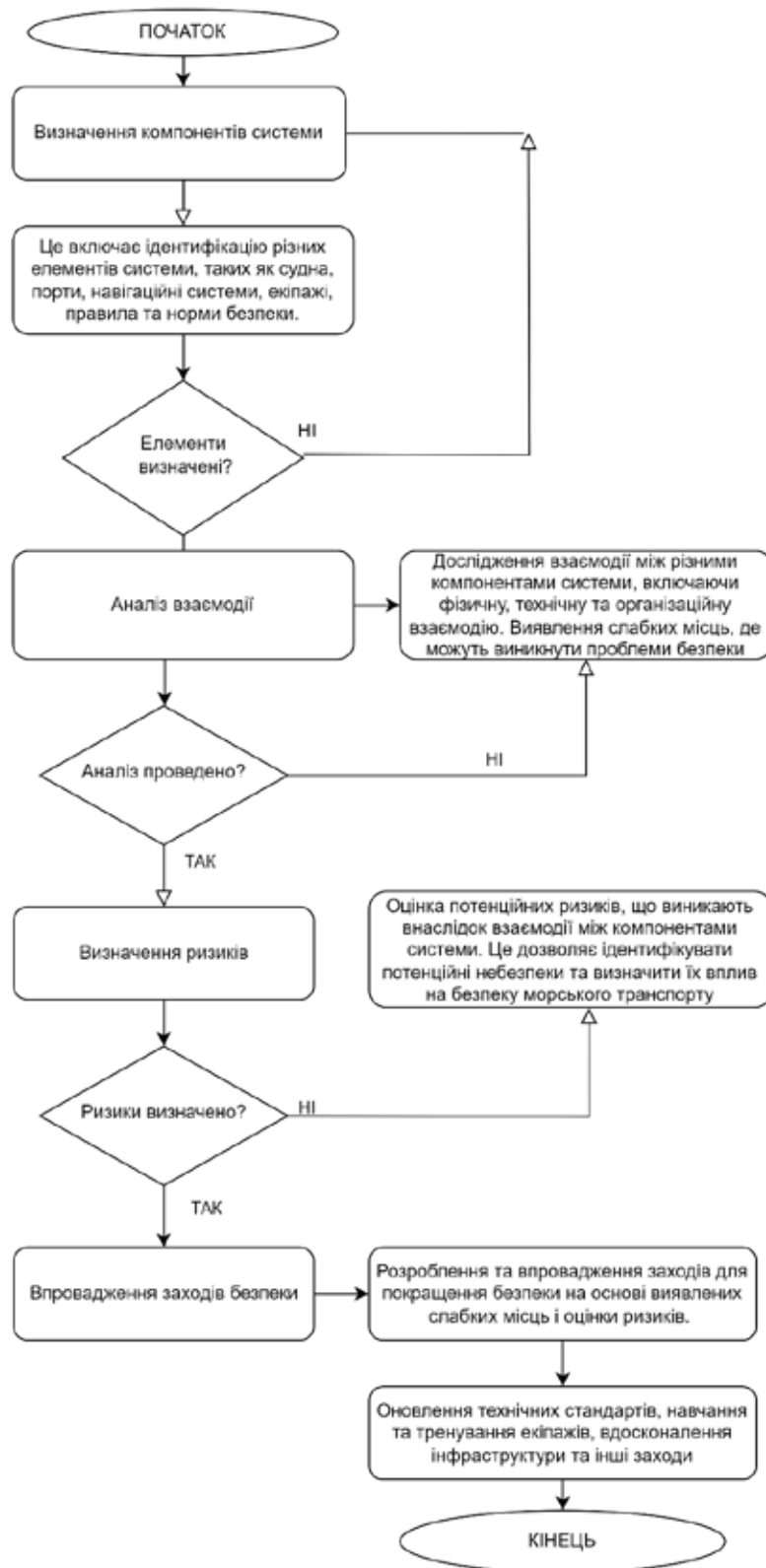


Рис. 5. Модель системної безпеки

Список використаної літератури

1. International Maritime Organization. (2019). International Safety Management (ISM) Code and guidelines on implementation of the ISM Code 2018 edition. London, United Kingdom: Author.
2. Burciu Z., Safety in Maritime Transport and Management in the Rescue Operation (in Polish): Bezpieczeństwo w transporcie morskim i zarządzanie w akcji ratowniczej. Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2011. ISBN : 978-83-7421-161-1.
3. Hetherington, A., & Flin, R. (2018). Human factors and safety culture in maritime safety. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 17(2), 171-186. doi: 10.1007/s13437-018-0143-1
4. Liu, H., Zhao, Y., Li, L., Li, Z., & Sun, H. (2017). Maritime safety management in the context of Industry 4.0: A review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 5(4), 53. doi: 10.3390/jmse5040053
5. Fakhry, A., & Abbasi, A. (2017). An overview of safety management in maritime transportation. *Journal of Marine Science and Technology*, 22(3), 593-601. doi: 10.1007/s00773-017-0456-4
6. Formela, Kamil & Neumann, Tomasz & Weintrit, Adam. (2019). Overview of Definitions of Maritime Safety, Safety at Sea, Navigational Safety and Safety in General. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 13. 285-290. 10.12716/1001.13.02.03.
7. Lun, Y.H. & Lai, Kee-hung & Cheng, T. & Yang, Dong. (2023). Shipping Security and Safety. 10.1007/978-3-031-26090-2_19.
8. Lun, Y.H. & Lai, Kee-hung & Cheng, T. & Yang, Dong. (2023). Sustainability Issues. In book: Shipping and Logistics Management 10.1007/978-3-031-26090-2_18.

О. М. ФРОЛОВ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизації та електрообладнання
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
ORCID: 0000-0003-2186-9488

С. Р. СЕЛІВЕРСТОВА

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри експлуатації суднового електрообладнання
і засобів автоматизації
Херсонська державна морська академія
ORCID: 0000-0003-1015-1593

ВИКОРИСТАННЯ ТОВСТИХ ШАРІВ ПОРИСТОГО АНОДНОГО ОКИСЛУ КРЕМНІЮ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАРИКАПІВ

Варикапи або діоди зі змінною ємністю є одним з важливих елементів електронної техніки. Вони використовуються в сучасній радіоелектронній апаратурі різноманітного призначення. Наприклад, в апаратурі зв'язку та апаратурі автоматичного керування для налаштування на необхідну частоту. Завдяки необхідності розробки нової апаратури, постійно підвищуються вимоги до параметрів і характеристик електронних компонентів, які використовують в цій апаратурі, у тому числі й до варикапів. Тому виготовлення варикапів з сучасними вимогами до сукупності параметрів і характеристик є актуальною задачею.

До параметрів та характеристик варикапів пред'являють різноманітні вимоги: напруга пробою, висока добротність, коефіцієнт перекриття по ємності, величина ємності, рівень зворотного струму, максимальний струм, стійкість до впливу статичної електрики. Отримання сукупності параметрів варикапів з сучасними вимогами до кожного параметру є досить складною задачею. Наприклад, при підвищенні напруги пробою добротність варикапа зменшується.

Додатковими вимогами до технології виготовлення варикапів є вимоги до повторюваності параметрів та характеристик і вимоги до собівартості виготовлення. Для зменшення собівартості виготовлення потрібно зменшувати кількість технологічних операцій, в першу чергу кількість операцій фотолітографії. Використання методів само-суміщення технологічних шарів приводить як до зменшення кількості операцій фотолітографії, так й для поліпшення повторюваності параметрів та характеристик виробу.

Варикапи виготовляють по різним технологіям в залежності від вимог до основних характеристик (напруга пробою або добротність, або коефіцієнт перекриття по ємності). Кожна конструкція або технологія варикапів має свої переваги та недоліки. Однак досить немає такої технології, яка б дозволяла створювати прилади з найкращою сукупністю усіх параметрів та характеристик при низькій собівартості виготовлення. Метою роботи є створення технологічного процесу виготовлення варикапів, який дозволяє отримувати всі параметри та характеристики виробів з сучасними вимогами до них при мінімальній собівартості виготовлення.

Ключові слова: варикап, технологія, пористий анодний окисел кремнію.

A. N. FROLOV

Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Assistant Professor at the Department of Automation
and Electrical Equipment
National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov
ORCID: 0000-0003-2186-9488

S. R. SELIVERSTOVA

Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Assistant Professor at the Department of Operation
of Ship Electrical Equipment and Automation Systems
Kherson State Maritime Academy
ORCID: 0000-0003-1015-1593

USE OF THICK LAYERS OF POROUS ANODIC SILICON OXIDE FOR VARICAP MANUFACTURING TECHNOLOGY

Varicaps or diodes with variable capacitance are one of the most important elements of electronic technology. They are used in modern electronic equipment for various purposes, for example, in communication equipment and automatic control equipment for tuning to the required frequency. Due to the need to develop new equipment, the requirements for the parameters and characteristics of electronic components that are used in this equipment are constantly increasing, including and up to varicaps. Therefore, the manufacture of varicaps with modern requirements to a set of parameters and characteristics is an urgent task.

Various requirements are imposed on the parameters and characteristics of varicaps: breakdown voltage, quality factor, capacitance overlap coefficient, capacitance value and the level of reverse currents. Obtaining a set of varicap parameters with modern requirements for each parameter is a rather difficult task. For example, with an increase in the breakdown voltage, the quality factor varicap decreases.

Additional requirements for the manufacturing technology of varicaps are the requirements for the repeatability of parameters and characteristics and the requirements for the cost of production. To reduce the cost of production, it is necessary to reduce the number of technological operations, primarily the number of photolithography operations. And the use of methods of self-alignment of technological layers leads both to a decrease in the number of photolithography operations and to an improvement in the repeatability of the parameters and characteristics of the product.

Varicaps are manufactured using various technologies, depending on the requirements for the main characteristics (breakdown voltage or quality factor, or capacitance overlap coefficient). Each design or technology has its advantages and disadvantages. However, there is still no such technology that would allow you to create devices with the best combination of all parameters and characteristics at a low manufacturing cost. The aim of the work is to create technological process for the manufacture of varicaps, which allows you to obtain all the parameters and characteristics of devices with modern requirements for them at a minimum manufacturing cost.

Key words: varicap, technology, porous anode silicon oxide.

Постановка проблеми

Варикапи – це напівпровідникові діоди, в яких нормується величина ємності при двох або більш напругах зворотного зміщення. Тому їх використовують для заміни конденсаторів зі змінною ємністю в радіоелектронній апаратурі зв'язку, в медичній апаратурі та інших галузях [1]. Завдяки залежності ємності варикапа від напруги зворотного зміщення варикапи широко використовуються в апаратурі автоматичного регулювання та автоматичного налаштування на необхідну частоту. Область використання варикапів визначається за його основним параметрам та характеристикам, таких як напруга пробою, добротність, коефіцієнт перекриття по ємності. До додаткових показників, які також впливають на конкретне застосування варикапів, відносять: величину ємності при заданій напрузі та рівень зворотних струмів. Завдяки необхідності розробки нової апаратури, постійно підвищуються вимоги до параметрів і характеристик електронних компонентів, у тому числі й до варикапів. При цьому необхідно, щоб усі параметри і характеристики приладу, або більшість з них були близькі до теоретично можливих. Тобто, необхідно, щоб сучасний прилад мав сукупність параметрів та характеристик з сучасними вимогами до кожного з них. Для розробки та дослідження параметрів структури варикапів застосовуються мікроконтролери [2].

З точки зору економіки прилад з сукупністю параметрів та характеристик, близькими до теоретично можливих, а також при малої собівартості та високою повторюваністю параметрів і характеристик буде універсальним приладом, якій може замінити декілька типів приладів в різноманітній апаратурі.

Однак, на теперішній час немає варикапів з сукупністю параметрів, близьких до теоретично можливих, при низькій собівартості виготовлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для визначення оптимальної конструкції та технології виготовлення варикапів слід розглянути вплив технологій виготовлення на основні параметри та характеристики варикапів, а також вплив технологій виготовлення на їх собівартість та на повторюваність параметрів та характеристик виробів різних партій. Розглянемо переваги та недоліки цих конструкцій.

До основних параметрів та характеристик варикапів відносять наступні [3, 4]:

- C_n – ємність при заданій напрузі зворотного зміщення;
- K_c – коефіцієнт перекриття по ємності, яке є відношенням ємності при двох різних заданих напругах зворотного зміщення;
- Q – добротність при заданій напрузі та заданій частоті;
- $I_{зв.}$ – зворотний струм при заданій напрузі зворотного зміщення;
- U_{max} – максимально припустима зворотна напруга.

Крім цього для сучасних варикапів додатково слід віднести параметри: ΔC_n – допустиме відхилення ємності від номінальної (C_n показує на повторюваність параметрів та характеристик).

1. *Напруга пробою.* Одним з основних параметрів, якій визначає область використання варикапа є напруга пробою, яка визначає величину U_{max} . З технічної літератури відомо, що напруга пробою р-п переходів визначається по формулам [4]:

– для сферичного р-п переходу:

$$U_{np.cф.} = U_{np.пл.} \cdot \frac{r}{Z_{p-n}} \cdot \left[\sqrt[3]{3 \cdot \left(\frac{Z_{p-n}}{r} \right)^2 + 1} - 1 \right]; \quad (1)$$

– для циліндричного р-п переходу:

$$U_{np.ц} = U_{np.пл.} \cdot \frac{r}{Z_{p-n}} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \frac{Z_{p-n}}{r} + 1} - 1 \right); \quad (2)$$

де – $U_{np.пл.}$ – напруга пробою плоскої частини р-п переходу;

– r – радіус кривизни р-п переходу;

– Z_{p-n} – товщина області просторового заряду (ОПЗ) при напрузі $U_{np.пл.}$.

В загальному випадку для аналізу впливу конструктивних факторів на напругу пробою можна використати формулу:

$$U_{проб} = K \cdot \frac{r^\alpha}{N^\beta}; \quad (3)$$

де – K – коефіцієнт пропорційності;

– N – концентрація домішки на р-п переході;

– α та β – показники ступеню.

2. *Добротність.* Другим важливим параметром варикапа є добротність (Q), яка вказує на частотні властивості варикапа. Добротність повинна бути максимально-припустимою для даної концентрації домішки в епітаксійному шарі.

Добротність визначається по формулі:

$$Q = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot R \cdot C}; \quad (4)$$

де – f – частота сигналу, на якій вимірюють добротність;

– R – послідовний опір варикапа;

– C – ємність варикапа при напрузі, на якій вимірюють добротність.

3. *Коефіцієнт перекриття по ємності.* Ще одним з важливих параметрів та характеристик варикапа є коефіцієнт перекриття по ємності – K_c . В загальному випадку цей коефіцієнт визначають за формулою:

$$K_c = \frac{C_1}{C_2} = \frac{S_1}{S_2} \cdot \sqrt{\frac{N_1 \cdot (U_2 + \phi_K)}{N_2 \cdot (U_1 + \phi_K)}}; \quad (5)$$

де – C_1 – ємність варикапа при напрузі U_1 ;

– C_2 – ємність варикапа при напрузі U_2 ;

– S_1 – площа нижньої границі ОПЗ при напрузі U_1 ;

– S_2 – площа нижньої границі ОПЗ при напрузі U_2 ;

– N_1 – концентрація домішки на нижній границі ОПЗ при напрузі U_1 ;

– N_2 – концентрація домішки на нижній границі ОПЗ при напрузі U_2 ;

– U_1 – менша (нижня) напруга при вимірюванні K_c ;

– U_2 – висока напруга при вимірюванні K_c ;

– ϕ_K – контактна різниця потенціалів.

4. *Рівень зворотного струму.* Величина зворотного струму приладу є показником втрати енергії при роботі і також є показником якості. Тому, величина зворотного струму повинна бути як можна менше. Величина зворотного струму залежить як від якості виготовлення р-п переходу та захисних шарів на місці виходу р-п переходу на поверхню, так й від виду металу для контакту. Найліпшим захистом р-п переходу до теперішнього часу є шар окислу кремнію, сформований термічним методом, – окисленням пластин при температурах вище 900–1000°C.

5. *Повторюваність параметрів та характеристик.* Ємність (C_n) при заданій напрузі зворотного зміщення визначається площею р-n переходу з врахуванням області об'ємного заряду (ОПЗ) та концентрацією домішки в кремнієвій пластині. В залежності від призначення у різних типів варикапів є свої номінальні значення ємності. Однак значну роль грає припустимий розкид ($\pm \Delta C_n$). Розкид по ємності приводить до відхилення від номінальних значень і інших параметрів та характеристик приладу. А це підвищує витрати у споживача на додаткову наладку режимів роботи апаратури.

6. *Собівартість виготовлення.* Для отримання різних конструкцій використовують і різні технології. На собівартість технології в першу чергу впливає кількість процесів фотолітографії.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є аналіз чинників, що впливають на створення технологічного процесу виготовлення варикапів, який дозволяє отримувати усі параметри та характеристики приладів з сучасними вимогами до них при мінімальній собівартості виготовлення.

Викладення основного матеріалу дослідження

Технології виготовлення варикапів пов'язані з їх конструкцією, яка визначається вимогами основного призначення даного виробу. Типові конструкції варикапів наведено на рисунку 1.

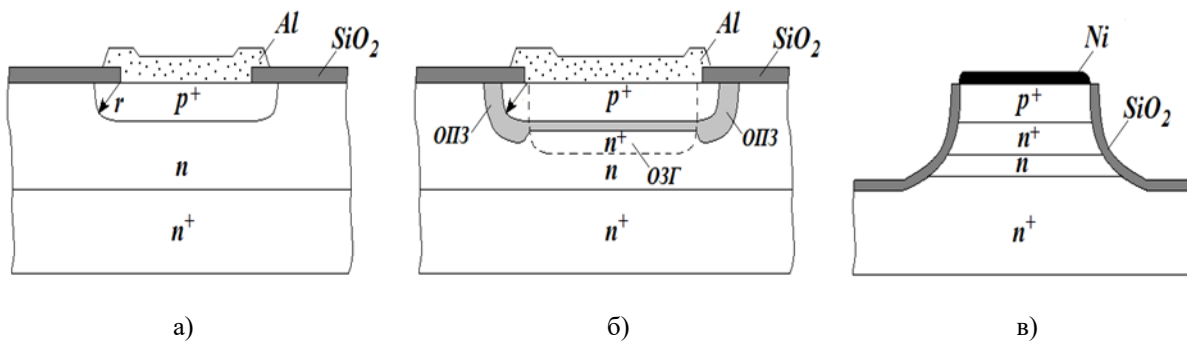


Рис. 1. Конструкції варикапів при різних технології виготовлення

а) варикап, виготовлений за планарною технологією; б) варикап зі зворотним градієнтом – ОЗГ; в) варикап, виготовлений за меза-технологією

Для визначення впливу вибору структури на напругу пробою варикапу. В структурі варикапа, показаній на рисунку 1а радіус кривизни (r) невеликий (формула (3)), що приводить до зменшення напруги пробою, а зменшення концентрації приводить до підвищення опору, що знижує добротність. В структурі варикапа рисунок 1б, в області зворотного градієнту (ОЗГ) концентрація вище, ніж в епітаксійному шарі, що знижує напругу пробою в центральній частині р-n переходів, а якщо периферійна частина р-n переходу буде також знаходитися в ОЗГ, тоді напруга пробою буде меншою за рахунок невеликого радіуса кривизни. Тому, периферійну частину р-n переходу виносять за межу ОЗГ. Найбільше значення напруги пробою при однакових концентраціях домішки в епітаксійних шарах має структура варикапа показана на рисунку 1в, яка виготовлена за меза-технологією (меза-структура), тому, що радіус кривизни р-n переходу має значну величину, в ідеальному варіанті $r \rightarrow \infty$.

Можна зробити висновок, що для отримання високого значення *напруги* пробою варикап повинен мати меза-структуру, або подібну.

Значення добротності визначається наступними факторами. Структура варикапа, яка показана на рисунку 1а, дозволяє отримувати максимально-можливу величину добротності. Структура варикапа, яка показана на рисунку 1б, не дозволяє отримувати максимально-можливу величину добротності, тому що при максимальній напрузі область просторового заряду (ОПЗ) на периферії р-n переходів має більшу ширину, ніж ОПЗ в області зворотного градієнту. Для отримання заданої напруги пробою за умовою змикання ОПЗ з n+ підкладкою, в периферійних областях треба більшу товщину епітаксійного шару, що дає додатковий опір, а це зменшує добротність.

Структура варикапа, яка показана на рисунку 1в, також дозволяє отримувати максимально-можливу величину добротності, тому що при правильному виготовленні, вона не має додаткового опору.

Тому можна зробити висновок, що для отримання максимально можливої величини *добротності* структура варикапа не повинна мати додаткового опору в будь-якій області. Це дозволяє типова планарна структура (рис. 1а) та меза-структура (рис. 1в).

Коефіцієнт перекриття по ємності розраховується з формули (5) та наступних умов. В структурі варикапа, приведений на рисунку 1а концентрації $N1=N2$, тому коефіцієнт перекриття невеликий і визначається в основному відношенням напруги $U2$ до $U1$. Крім цього площа ОПЗ при $U2$ ($S2$) буде більше площі ОПЗ при $U1$ ($S1$) за рахунок розподілу ОПЗ не тільки вниз, але й в бік, як показано на рисунку 2. Це додатково зменшує K_c .

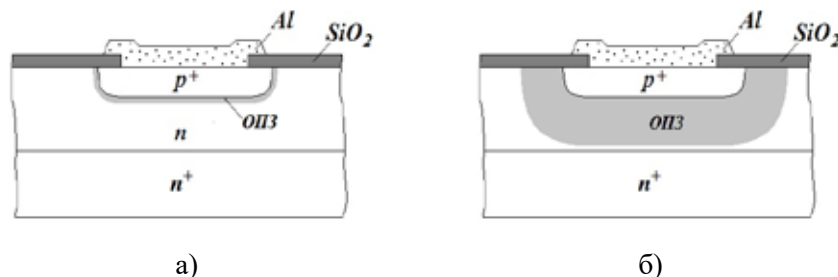


Рис. 2. Зміна ширини та площі ОПЗ при різних значеннях зворотної напруги

а – при малої (низькій) напрузі (U_1); б – при високій напрузі (U_2)

В структурі варикапа, приведеній на рисунку 1б для підвищення коефіцієнту перекриття введена область зворотного градієнту і розподіл домішки при цьому показано на рисунку 3.

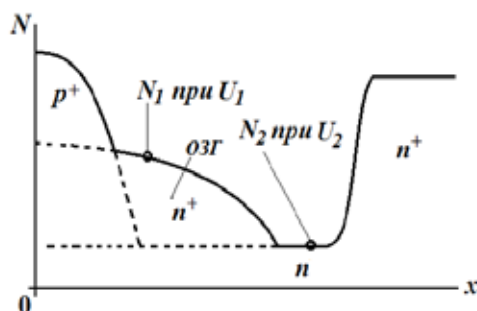


Рис. 3. Розподіл домішки в варикапі з областю зворотного градієнта (ОЗГ)

В області зворотного градієнту (ОЗГ) концентрація (N_1) вище, ніж в епітаксійному шарі (N_2), що підвищує величину коефіцієнту перекриття. Однак і в цій структурі площа S_2 значно більше площі S_1 за рахунок бічної ширини ОПЗ в області де концентрація домішки менше, ніж в плоскій частині р-п переходу. Це зменшує величину коефіцієнту перекриття по ємності.

Структуру варикапа, приведену на рисунку 1в можна виготовляти як з областю зворотного градієнту, так і без цієї області. Чим більш глибока меза-структура, тим менше різниця між площами S_1 та S_2 . Тому, при глибокій меза-структурі можна отримати величину коефіцієнту перекриття по ємності близьку до максимально можливої.

Таким чином, найбільшу величину *коефіцієнту перекриття по ємності* можна отримати в структурі з ОЗГ, де обмежений розподіл ОПЗ р-п переходу в бічні сторони.

Рівень зворотного струму пропонується обмежувати за рахунок використання оптимального контактного матеріалу. Найліпшим металом контакту є алюміній, якій не дає глибоких рівнів в забороненій зоні кремнію. Такий захист та такий метал використовують в структурах варикапів, приведених на рисунках 1а та 1б. В цих структурах шар алюмінію, товщиною близько 1мкм наносять в вакуумних установках на всю пластину, а потім проводять фотолітографію по алюмінію. Для захисту р-п переходу в меза-структурі (рис. 1в) також використовують термічний окисел кремнію. Металом контакту, як правило, є нікель (Ni), який наносять методом хімічного осадження. Такий метод не потребує фотолітографії, однак нікель дає глибокі рівні в забороненій зоні кремнію [5, 6], а це приводить до появи значної величини зворотних струмів. Використання алюмінію для металізації меза-структури сильно ускладнено, тому що при фотолітографії шар фоторезисту сповзає по шару алюмінію з меза-структури. Така фотолітографія потребує додаткових значних втрат матеріалів та робочого часу, як правило, на порядок вище, ніж фотолітографія по алюмінію на інших структурах.

Можемо резюмувати: для отримання малих значень *зворотних струмів*, р-п переходи на місці виходу на поверхню повинні бути захищені шаром термічного окислу кремнію, а металом контакту повинен бути алюміній.

Повторюваність характеристик при роботі забезпечується з огляду наступних міркувань. В структурі варикапа, приведеній на рисунках 1а та 1б площа р-п переходу визначається розміром вікна при фотолітографії. Площа такого вікна має велику повторюваність на різних кристалах, тому на одній пластині можна отримати усі кристали варикапів з дуже малим розкидом по ємності.

Меза-структура варикапа, яка показана на рисунку 1в виготовляється шляхом травлення кремнію в розчинах сильних кислот. На швидкість травлення впливає значне число різноманітних факторів (температура, атмосферний тиск, концентрація кислот, концентрація атомів домішки) [7, 8]. Тому на різних партіях пластин буде різна глибина травлення, що дає різну площу р-п переходу, як показано на рисунку 4.

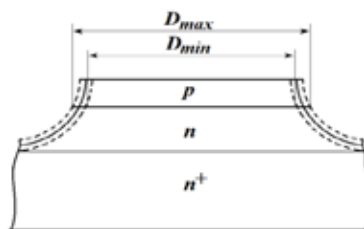


Рис. 4. Розріз меза-структури з різною площею р-п переходу

Наприклад, для приладу KB114, який виготовляється по меза-технології ємність складає величину 68 ± 14 пФ, тобто відхилення від середньої величини складають більш $\pm 20\%$.

В результаті, для отримання *малих відхилень параметрів* та характеристик необхідно щоб площа р-п переходу визначалася тільки розміром вікна при фотолітографії.

Для структури варикапа, показаної на рисунку 1а використовують 3 фотолітографії (під р-п перехід, вікна під контакт, по алюмінію). Для структури варикапа, показаної на рисунку 1б використовують також 3 фотолітографії (під ОЗГ, під р-п перехід, по алюмінію).

Щоб не виконувати фотолітографію для вікон під контакт, після дифузії домішки в р-п перехід, інші високо-температурні технологічні операції виконують в неокислювальній атмосфері. Для структури варикапа, показаної на рисунку 1в використовують тільки 1 фотолітографію (під травлення меза-структури). Замість фотолітографії по алюмінію проводять хімічне осадження нікелю. Таким чином, ця технологія має найменші витрати на виробництво.

Тож, для отримання *малої собівартості* кількість операцій фотолітографії повинна бути не більш однієї.

Висновки

Аналіз основних технологічних факторів впливу на отримання варикапу з якісними характеристиками при зниженій собівартості показав, що формування технологічних підходів до процесу створення приладу повинні включати наступне:

- для отримання високого значення *напруги* пробною варикап повинен мати меза-структуру, або подібну;
- для отримання максимально можливої величини *добротності* структура варикапа не повинна мати додаткового опору в будь-якій області;
- найбільшу величину *коефіцієнта перекриття по ємності* можна отримати в структурі з ОЗГ, де обмежений розподіл ОПЗ р-п переходу в бічні сторони;
- для отримання малих значень *зворотних струмів*, р-п переходи на місці виходу на поверхню повинні бути захищені шаром термічного окислу кремнію, а металом контакту є алюміній;
- для отримання *малих відхилень параметрів* та характеристик необхідно щоб площа р-п переходу визначалася тільки розміром вікна при фотолітографії;
- для отримання малої собівартості кількість операцій фотолітографії повинна бути не більш однієї.

Перелічені вимоги може забезпечити застосування технології виготовлення варикапів з використанням технологічних шарів пористого анодного окислу кремнію, яку ми розглянемо у подальших роботах.

Список використаної літератури

1. Inki Jung, Keekeun Lee. Wireless neural probes based on one-port SAW delay line and neural firing-dependent varicap dsode/ Sensors and Actuators B: Chemical, February, 2015.
2. Ibrahim Turkoglu. Hardware implementation of varicap diode's ANN model using PIC microcontrollers / Sensors and Actuators A:Physical, 26 August 2007.
3. Kasap S., Principles of electronic materials and devices, Third Edition, McGraw-Hill, 2006.
4. Keith Brindley. Varicap diodes (varactor diode). – Newness Electronics engineers. Pocket Book, 1993.
5. S.M. Sze Physics of Semiconductor Devices: 2nd Ed Published by John Wiley and Sons Ltd, 1981. ISBN 10: 047109837X.
6. D. F. Stout and M. Kaufman, McGraw Hill. Handbook of Microcircuit Design and Application, 499 pp.
7. Фролов О.М., Філіпшук О.М., Шевченко В.В., Самойлов М.О., та ін. Спосіб виготовлення діодів зі змінною ємністю. Патент на корисну модель № 120347. МПК (2017.01): НОІЛ 21/100, НОІЛ 21/761. Публ.25.10.2017, бюл. № 20.
8. Фролов А.Н., Самойлов Н.А., Марончук А.И. Виготовлення напівпровідникових діодів з використанням шарів пористого анодного окислу кремнію. // Матеріали та програма науково-технічної конференції. Фізика, електроніка, електротехніка. ФЕЕ::2017. Суми, Сумський державний університет, 2017. С. 201.

References

1. Inki Jung, Keekeun Lee. Wireless neural probes based on one-port SAW delay line and neural firing-dependent varicap dsode/ Sensors and Actuators B: Chemical, February, 2015.
2. Ibrahim Turkoglu. Hardware implementation of varicap diode's ANN model using PIC microcontrollers / Sensors and Actuators A:Physical, 26 August 2007.
3. Kasap S., Principles of electronic materials and devices, Third Edition, McGraw-Hill, 2006.
4. Keith Brindley. Varicap diodes (varactor diode). – Newness Electronics engineers. Pocket Book, 1993.
5. S.M. Sze Physics of Semiconductor Devices: 2nd Ed Published by John Wiley and Sons Ltd, 1981, ISBN 10: 047109837X.
6. D. F. Stout and M. Kaufman, McGraw Hill. Handbook of Microcircuit Design and Application, 499 pp.
7. Frolov O.M., Filipchuk O.M., Schevchenko V.V. i dr. Patent na korisnu model № 120347. Sposib вигotovlennya diodiv zi zminnoyu emnistyu. МПК (2017.01) HOIL 21/00, HOIL 21/761(2006.01), Publ.26.10.2017. Bull. № 20.
8. Frolov A.N., Samoiylov N.A., Maronchuk A.I. Izgotovlenie poluprovodnikovih diodov s primeneniem sloev poristogo anodnogo okisla kremnia.// Materiali ta programa nauko-technichnoi konferencii. Phisica, electronica, electrotechnica. FEE::2017. Sumi, *Sumskiy derzhavnyy universitet*, 2017. P. 201.

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 677.11.021

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.8>

A. Y. LYSYKH

Candidate of Technical Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Energy Engineering
Pervomaisky Educational and Scientific Institute
of National University of Shipbuilding
named after Admiral Makarov
ORCID: 0000-0002-0979-7736

S. M. KOBYAKOV

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Commodity Science,
Standardization and Certification
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-2811-7572

ANALYSIS OF THE USE OF MECHANICAL PROCESSING EQUIPMENT IN THE PROCESS OF OBTAINING TEXTILE RAW MATERIALS

The production of the same type of fiber involves the processing of raw linen with the aim of removing the fiber from it with maximum cleaning of it from fire and other non-fibrous impurities with minimal damage. The article analyzes the theoretical prerequisites for obtaining the same type of fiber with the use of various aggregates during the mechanical processing of material stalks. In order to improve the processing conditions of the stems in the milling part of the unit, the raw materials must first be parallelized with the location of the layer elements in the axial direction of the unit. Parallelization of the stems is achieved by extracting a layer of the processed material due to the difference in the linear speeds of the grinding pairs; at the same time, the speed of material movement in each subsequent grinding pair is greater than in the previous one.

The layer of material pre-washed in the grinding part of the unit enters the tripping part. From the last grinding pair, the layer enters the feed unit, which feeds the material to the triple drum. The working organs of the triple drum are the radially arranged hammer bars and combs.

When using corrugated rollers, the stems follow the path of a broken line. When processing fiber on shaking machines with an upper comb field and a needle conveyor, the speed of movement of the material in the shaking part of it is determined by the angle of advance, the amount of shaking needles between the conveyor needles and the speed of the conveyor.

When the triple drum rotates at a high speed, the impact bars and combs alternately affect the layer of the material being processed, and due to the change in the direction of the relative speed, the absolute speed of the layer elements changes under the action of the bar and combs. It has been established that in order to enhance the crushing process, the upper rollers are rotated from the lower rollers due to the friction of the grooves through the layer of the processed material, and not with the help of gears.

The efficiency of the shaking machines depends on a number of factors, which include the speed of material advancement in the comb field, the number of swings of the comb roller needles per unit of time, the density of the material loading, the advance angle, the swing of the needles and the position of the grid in relation to the tips of the needles. When the depth of penetration of the grooves increases, the pressure on the layer of the processed material increases.

The expediency of using planar-type milling rollers in the process of obtaining the same type of flax fiber with a gradual increase in their circumferential speed in the direction of material movement, which ensures the sliding of the material relative to the edge of the groove of the roller, and ensures the intensification of the process of breaking the bond between the fiber and the wood of the stem, is substantiated.

Key words: single-type fiber, chaff, crushing process, shaking process, scutching drum.

А. Ю. ЛИСИХ

кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри енергетичного машинобудування
Первомайський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
ORCID: 0000-0002-0979-7736

С. М. КОБ'ЯКОВ

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-2811-7572

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ В ПРОЦЕСІ ОТРИМАННЯ ТЕКСТИЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Виробництво однотипного волокна передбачає переробку лляної сировини з метою видалення з неї волокна з максимальним очищенням його від багаття та інших неволокнистих домішок при мінімальних ушкодженнях. У статті проведено аналіз теоретичних передумов отримання однотипного волокна з застосуванням різних агрегатів під час механічної обробки стебел матеріалу. Для покращення умов обробки стебел у м'яльній частині агрегату, сировину попередньо необхідно паралелізувати з розташуванням елементів шару в осьовому напрямку агрегату. Паралелізація стебел досягається витяжкою шару оброблюваного матеріалу за рахунок різниці лінійних швидкостей м'яльних пар; при цьому швидкість руху матеріалу в кожній подальшій м'яльній парі більша, ніж у попередній.

Попередньо пром'ятий у м'яльній частині агрегату шар матеріалу надходить до тріпального частини. З останньої м'яльної пари шар надходить до вузла живлення, що подає матеріал до тріпального барабана. Робочими органами тріпального барабана є радіально розташовані бильні планки та гребені.

При обертанні тріпального барабана з великою швидкістю бильні планки і гребені по чергово впливають на шар матеріалу, що обробляється, і за рахунок зміни напрямку відносної швидкості відбувається зміна абсолютної швидкості елементів шару при дії планки і гребенів. При збільшенні глибини заходження рифлів підвищується тиск на шар матеріалу, що обробляється.

При використанні рифлених вальців стебла проходять шлях ламаної лінії. При обробці волокна на трясильних машинах з верхнім гребневим полем і голчастим транспортером, швидкість руху матеріалу в трясильній частині його визначається кутом випередження, величини заходження трясильних голок між голками транспортера та швидкістю транспортера.

Встановлено, що для посилення процесу м'яття верхні вальці приводяться в обертання від нижніх вальців завдяки зчепленню рифлів через шар оброблюваного матеріалу, а не за допомогою шестерень.

Ефективність роботи трясильних машин залежить від ряду факторів, до яких належать швидкість просування матеріалу в гребневому полі, кількість хитань голок гребневих валиків за одиницю часу, щільність завантаження матеріалу, кут випередження, розмах голок та положення решітки щодо кінчиків голок.

Обґрунтовано доцільність використання у процесі отримання однотипного волокна льону м'яльних вальців планчастого типу з поступовим збільшенням їх окружної швидкості у напрямку руху матеріалу, що забезпечує ковзання матеріалу щодо кромки рифля вальця, та забезпечує інтенсифікацію процесу руйнування зв'язку між волокном та деревиною стебла.

Ключові слова: однотипна сировина, костриця, процес м'яття, процес тіпання-чесання, процес трясіння.

Formulation of the problem

The short fiber produced in modern flax mills is a by-product because the long fiber is more important. In this regard, the processes of harvesting flax and preparing flax require a special set of machines, which have their own specifics, aimed at maximally preserving the parallelism of the stalks and their minimal stretching behind the comb. The low productivity of harvesting equipment, high fuel losses and energy consumption lead to a high production cost [1, 9].

The use of flax fiber in secondary and advanced processing has changed significantly. Today, short flax fiber is widely used in the textile industry in a mixture with other natural and chemical fibers, for the production of textile products, modern composite materials, for cotton wool, insulation and for other purposes.

Analysis of recent research and publications

In literary sources, we find information about changes in the technologies of collecting and obtaining fiber, which are primarily aimed at saving resources. Thus, when harvesting flax, adapted, high-performance agricultural machines of general purpose are used: harvesters, combine harvesters, roll turners, roller presses and other equipment. The use of such equipment allows you to fully mechanize the processes of collecting and processing raw materials, and significantly reduce material and energy costs. One more positive feature of this technology should also be noted, for example, harvesters are used during harvesting, which cut the stalks at a height of 5–7 cm from the soil surface, leaving low-quality fiber in the field, and in this way, the overall quality of the fiber obtained from the trust increases. Taking into account the above, it is relevant to obtain flax fiber from flax in the form of short (uniform) with low cost [2, 8].

Many different methods and devices are known for the production of the same type of fiber. A characteristic feature of them is that these units are designed for the processing of the wastes of the tap and are not adapted for the direct processing of the stems of the trust. These units consist of a large number of machines and mechanisms. At the same time, the stability of the implementation of the technological process is determined by the reliability of the component parts of the units.

Based on the above, the task of creating a unit for processing linen trust with a chaotic arrangement of stems in the mass arises. It should include a minimum number of highly effective mechanical actions on flax stalks while ensuring effective fiber cleaning from pith and other non-fibrous tissues [7, 10].

Setting of the task

The production of the same type of fiber involves the processing of raw linen with the aim of extracting fiber from it with the maximum possible cleaning of it from lint and other non-fibrous impurities with minimal damage. Flax fiber is very diverse in its properties, the raw material contains stems of different lengths, there are short stems no more than 300 mm long, and long ones – more than 1000 mm [6, 10].

The strength and stiffness of the fiber contained in the raw material also depends on the properties of the trust being processed. Due to the significant heterogeneity of the initial material used for the preparation of short fiber, its processing is very time-consuming. It is practically very difficult to increase the homogeneity of the physical properties of such material by sorting, besides, sorting is an economically impractical technological operation, since the costs for it do not justify themselves.

It becomes necessary to investigate the next technological process – the technology of obtaining the same type of flax fiber from non-oriented stems of the flax plant [7].

Presenting main material

Obtaining the same type of fiber from the trust involves the processing of dried raw materials on technological equipment (crushing, pounding, shaking).

Consider the crushing process. It is known that the initial raw material for obtaining the same type of fiber is very heterogeneous. At the same time, it has a chaotic arrangement of stems in a layer relative to the axis line of the unit. Thus, cases are possible when individual stalks will be located parallel to the axial lines of the grinding rollers. Such stalks are not subject to processing, as a result of which the technological effect of the further processing process (tumbling and shaking) is significantly reduced. To improve the processing conditions of the stems in the milling part of the unit, the raw materials must first be parallelized with the location of the layer elements in the axial direction of the unit.

To enhance the crushing process, the upper rollers are rotated from the lower rollers due to the friction of the grooves through the layer of processed material, and not with the help of gears. Depending on the depth of the grooves, the pressure on the layer of processed material increases. When using corrugated rollers, the stems follow the path of a broken line (Fig. 1). The length of the section of the stems, which is subject to bending in one rotation of the rollers, is called the perimeter of the fracture P_3 .

$$P_3 = Z \cdot t_{\text{п}}, \tag{1}$$

where P_3 – fracture perimeter, mm

Z – number of flutes of rollers;

$t_{\text{п}}$ – step of the trust, mm

Then the speed of movement of the material in a pair of rollers will be equal to:

$$v_{\text{п}} = \frac{n \cdot Z \cdot t_{\text{п}}}{1000}, \tag{2}$$

where n – rotation frequency of rollers, min^{-1} .

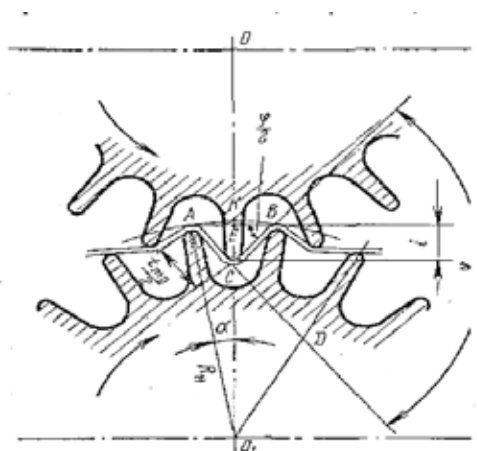
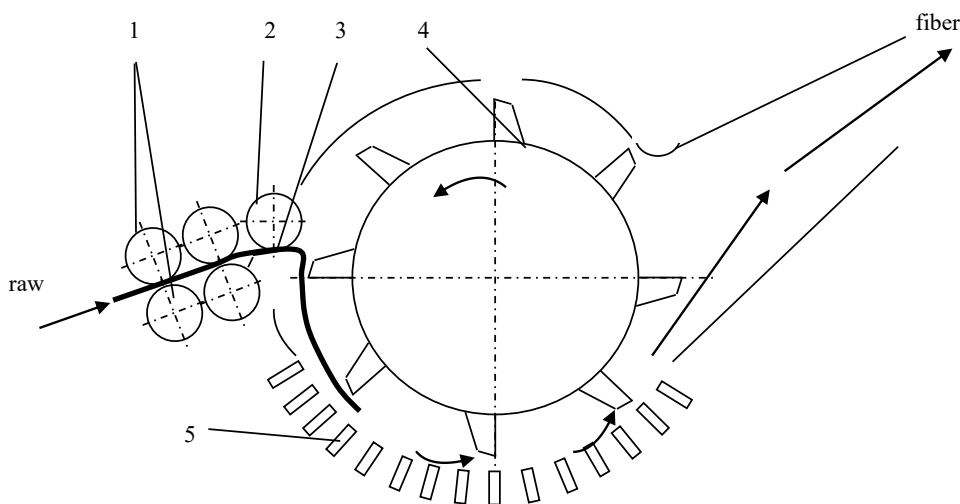


Fig. 1. Scheme of the interaction of the grooves of a pair of rollers and the stem

Source: [6]

The operating mode of the grinding part of the unit is set depending on the physical properties of the processed raw materials [4, 6]. Let's consider the process of stamping. The layer of material previously washed in the grinding part of the unit enters the heating part. From the last grinding pair, a layer of material enters the feeding unit, which feeds the material to the grinding drum. The working organs of the tupal drum are radially located hammer bars and ridges (Fig. 2).



1 – smooth rollers; 2 – feeding roller; 3 – feeding tray; 4 – combing drum; 5 – grill grate

Fig. 2. Technological diagram of the combing and combing part

Source: [6]

During the rotation of the tapping drum at high speed, the impact bars and combs alternately affect the layer of the processed material, and due to the change in the direction of the relative speed, there is a change in the absolute speed of the elements of the layer under the action of the bar and combs. Together with a change in the absolute speed of the strand elements at the moment of their interaction with the edge of the punch bar, there is a large acceleration of the elements of the material layer in the area resting on the edge.

The forces of inertia caused by these accelerations reach a significant value and change in proportion to the square of the speed of the working edges of the impact strips. Inertial forces, and together with them other forces (friction, pressure, tension) arising in the layer of material during tamping, ensure the removal of burrs and other non-fibrous impurities from the processed material.

The mode of operation of the heating part with a high throughput capacity of the unit should ensure a sufficiently high degree of cleaning of the fiber from the pile. The degree of cleaning of fiber from pits in the process of beating depends on the following factors: the frequency of rotation of the beating drum, the speed of feeding the layer of processed material by the feeding unit, the gap between the slats and the grate, the thickness and structure of the material layer, as well as the quality of the material passing through the milling machine [3, 4].

The number of actions on the processed material in the heating part of the unit depends on the time the layer element is in the heating zone. The path that an element of a layer of material passes through the treading zone is equal to the length of the section of the layer bent by the hammer bar. The residence time t of this area in the treading zone is equal to the time of movement of the material layer in the treading zone:

$$t = \frac{l}{V}, \tag{3}$$

where l – length of the bent section of the layer, m;

V – feed rate, m/min

During time t , the elements of the processed material layer receive k actions:

$$k = m \cdot n \cdot \frac{l}{V}, \tag{4}$$

where k – is the number of actions. pieces;

m – the number of percussion strips on the drum, pcs.;

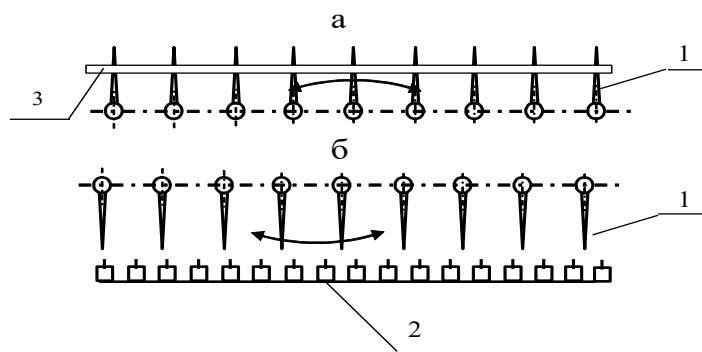
n – drum rotation frequency, min.^{-1} .

The gap between the hammer bar and the grate in the tamping unit is an adjustable value. When it is reduced, the degree of fiber cleaning increases due to the increase in the bending angles of the layer along the slats of the grate, when it is increased, it is the opposite.

Then, for better processing, it is desirable that this zone be minimal. The intensity of processing the material layer also depends on the length of the fibers in the layer and the degree of their parallelization [5, 6].

Consider the shaking process. Shaking is used to clean short fiber from pith, which is carried out on shaking machines, as a result of which, by repeated shaking, the short fiber is freed from bulk pith and other non-fibrous impurities.

All existing shaking machines can be combined into two groups: machines with a lower comb field and machines with an upper comb field (Fig. 3).



a) with the lower comb field; b) with the upper comb field

1 – needle ridges; 2 – needle conveyor; 3 – shaft

Fig. 3. Schematic diagrams of shaking machines

Source: [6]

Shaking machines with a lower comb field (Fig. 3, a) include those in which the needles point upwards. In machines with an upper comb field (Fig. 3, b), the tips of the needles are directed downwards. In addition, machines with an upper comb field differ in that they have needle conveyors 2, thanks to which the processed material receives additional movement. The needles of the comb field 1, located above the surface of the needle conveyor due to the difference in the speed of the conveyor and the swinging of the needles, provide partial removal of the pitting associated with the fiber, and also contribute to the parallelization and loosening of the fiber, while an increase in the intensity of actions is observed [6].

The fiber entering the deboning machine with the lower comb field is supported in the comb field on a special grid. The size of the gaps between the slats of the grid is such that the firewood falls freely down, and the fiber is retained on the grid. The grating in shaking machines with a lower comb field is located in an inclined plane, with a rise in the direction of the movement of the material. The centers of the axial lines of the comb shafts of shaking machines with the lower comb field are in one inclined plane at an angle of 6° to the horizontal plane.

In fig. 4 shows the diagram of the mutual location of the needles 1 of the comb shaft and the grid 2. The needles of the comb field, mounted on the comb shafts, receive an oscillating motion through the crank-rod mechanism. The tip of the needle has a different speed of movement, changing from zero at the extreme position of the needle (position of point A) and then from a maximum to zero at the extreme position of the needle along the movement of the material (position of point B).

Therefore, the speed of movement of the material on the grid will also be uneven, and this, in turn, causes the appearance of accelerations and inertial forces that act on the processed material. The inertial forces acting on the piece of fiber at the tip of the needle can be reduced to two forces: the centrifugal force and the force caused by tangential acceleration. Centrifugal force is directed along the needle from the swing axis to the top. The force caused by tangential acceleration (change in velocity in magnitude) is directed perpendicular to the needle. Centrifugal force reaches its greatest value in the case when the speed of movement of the needle is maximum. And the tangential force, on the contrary, has maximum values at the extreme positions of the needle.

When studying the forces of inertia, it is necessary to take into account the forces of gravity, under the influence of which the material tends to shift along the needle. Tangential forces during one revolution of the crank reverse their direction four times. These changes occur in a short period of time, which ensures a strong shaking of the material layer and the release of the core.

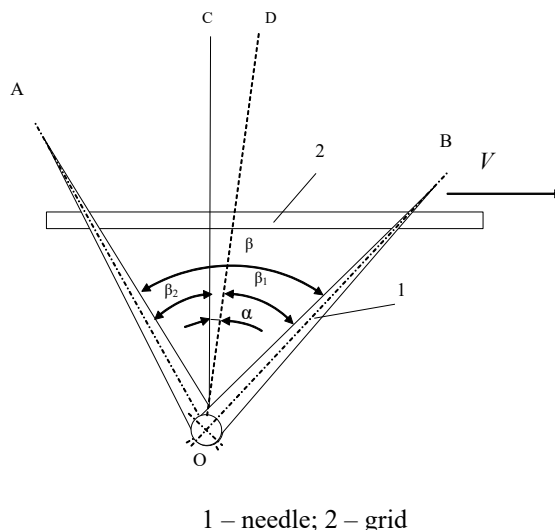


Fig. 4. Diagram of the mutual location of the needles of the shaft and the grid in a shaking machine

Source: [10]

When moving the needle from the extreme position against the movement of the material, the tangential acceleration changes from maximum to zero, and the needle in this area increases its speed from zero to maximum. At the same time, the needle creates a load on the material, which resists its movement, so the fiber loosens in this area. When the needle is further moved from the OD position to the extreme position in the direction of material movement (point B position), the tangential acceleration changes from zero to a maximum. The speed of the needle decreases from the maximum to zero, as a result of which the reverse phenomenon occurs – the needle resists the movement of the material. As a result of the action of these inertial forces, voids are formed, which facilitates the separation of the core from the fiber.

The forces that create a load on the material are proportional to the square of the speed of the needle and vary along the needle, increasing from the plane of the grid to the tip of the needle. These forces reach their maximum value at the tip of the needle. The speed of the needles is determined by the rotation frequency of the crank. The speed of movement of the material on the grid, regardless of the speed of the needle tip, varies depending on the angle of advance, the amount of departure of the needle in the extreme position in the direction of movement of the material, the radius of the crank, the thickness of the layer of the processed material and the moisture content of the material. The angle of advance is called the angle located between the perpendicular to the lattice and the bisector of the sweep angle. This angle at a constant position of the grid is adjusted using a connecting rod; as the length of the connecting rod increases, the advance angle increases, and vice versa. At the same time, the height of the tip of the needle in the extreme position in the direction of movement of the material relative to the lattice plane will change. The position of the tip of the needle relative to the grid plane can be adjusted by changing the position of the grid itself.

With an increase in the radius of the crank at a constant position of the grid, the speed of movement of the material increases, because the distance from the tip of the needle (in the extreme position of the needle in the direction of movement of the processed material) to the plane of the grid decreases. In the case when the needle pitch remains unchanged, the speed of the material decreases as the crank radius increases. This position is explained by the fact that with an increase in the radius of the crank, the circular speed of the needles increases and the time of free movement of the material on the grid decreases, as a result of which the needle quickly returns to the position from which the material started free movement.

When processing fiber on shaking machines with an upper comb field and a needle conveyor, the speed of movement of the material in the shaking part of it is determined by the advance angle, the amount of shaking needles between the conveyor needles and the speed of the conveyor [10]. The efficiency of shaking machines depends on a number of factors, which include the speed of the material in the comb field, the number of swings of the comb shaft needles per unit of time, the density of the material loading, the advance angle, the swing of the needles and the position of the grid relative to the tips of the needles.

Conclusions

On the basis of the combination of mechanical processes of crushing with sliding, stamping with combing and shaking, a resource-saving technology for extracting flax fiber from unoriented stalks of the plant without dividing the fiber into long and short is proposed.

Theoretically and experimentally, the expediency of using in the process of obtaining the same type of flax fiber, plate-type grinding rollers with a gradual increase in their circular speed in the direction of movement of the

processed material, which ensures the sliding of the material relative to the edge of the groove of the roller, which intensifies the process of breaking the bond between the fiber and wood stems. Reducing the pitch of the edges of the plate rollers and increasing the intersection between them ensures a gradual increase in the intensity of mechanical actions on the material.

Bibliography

1. Гілязетдінов Р.Н., Коротченко С.П., Москаленко Б.І. Нові процеси у виділенні волокна луб'яних культур. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2010. № 94. С. 184-188.
2. Лисих А.Ю., Коб'яков С.М. Аналіз інноваційних технологій механічної переробки текстильної сировини. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. Вип. 50. С. 164-172. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.164-172>.
3. Лисих А.Ю. Розробка та розрахунок кінематичної схеми механізму для одержання короткого льоноволокна. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільському господарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. Кропивницький: КНТУ, 2018. Вип. 31. С. 21-28.
4. Круглий Д.Г., Клевцов К.М. Модель процесу дроблення технічних комплексів луб'яного волокна при механічних впливах. *Вестник Херсонського нац. технічного університету*. 2017. № 60 (1). С. 113-119.
5. Лисих А.Ю. Механічний процес підготовки сировини для одержання короткого лляного волокна. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. Вип.47, ч.ІІ. С. 123-130.
6. Гілязетдінов Р.Н. Развитие научных основ створення інноваційних технологій первинної переробки луб'яних культур : дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. Херсон, 2009. 329 с.
7. Березовський Ю.В. Застосування нових технічних рішень у виробництві лляної продукції. *Вісник ХНТУ*. 2014. № 4 (51). С. 51-58.
8. Богданова О.Ф., Березовский Ю.В. Современные технологии переработки составляющих льна для производства продукции различного назначения. *Материалы и технологии*. Витебск, 2018. № 2 (2). С. 9-13.
9. Березовський Ю.В. Використання нових технічних рішень у промисловому виробництві лляної продукції. *Наука та інновації*. Київ, 2016. Т. 12. Вип. 4. С. 53-70.
10. Березовський Ю.В. Напрямки модернізації обладнання переробки лляної сировини. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. Хмельницький, 2016. № 1 (233). С. 189-195.

References

1. Hiliazhetdinov, R.N., Koropchenko, S.P., & Moskalenko B.I. (2010). Novi protsesy u vydilenni volokna lubianykh kultur [New processes in the extraction of bast crops]. *Mekhanizatsia ta elektrifikatsia silskoho hospodarstva*. – *Mechanization and electrification of agriculture*, 94, 184-188 [in Ukraine].
2. Lisikh A.Y., & Kobiakov S.M. (2020). Analiz inovatsiinykh tekhnolohii mekhanichnoi pererobky tekstylnoi syrovyny [Analysis of innovative technologies for mechanical processing of textile raw materials]. *Zahalnoderzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. Konstruyuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn*. – *National interagency scientific and technical collection of work. Design, production and exploitation of agricultural machines*, Vol. 50, 164-172 [in Ukraine].
3. Lisikh A.Y. (2018). Rozrobka ta rozrakhunok kinematychnoi skhemy mekhanizmu dlia oderzhannia korotkoho lonovolokna [Development and calculation of the kinematic circuit of the mechanism for reception of a short flax fiber]. *Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnogo tekhnichnogo univertsytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia*. – *Collected works of scientific works of Kirovohrad National Technical University. Machinery in agricultural production, industry machine building, automation*, Vol. 31, 21-28 [in Ukraine].
4. Kruhlyi D.H., & Klevtsov K.M. (2017) Model protsesu droblennia tekhnichnykh kompleksiv lubianoho volokna pry mekhanichnykh vplyvakh. [Model of the process of crushing technical complexes of bast fiber under mechanical influences]. *Vestnik Khersonskogo natsionalnogo tekhnicheskogo universytetu*. – *Bulletin of Kherson National Technical University*, Vol. 60, 1, 21-28 [in Ukraine].
5. Lisikh A.Y. (2017). Mekhanichnyi protses pidhotovky syrovyny dlia oderzhannia korotkoho llianohho volokna. [Analysis of innovative technologies for mechanical processing of textile raw materials]. *Zahalnoderzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. Konstruyuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn*. – *National interagency scientific and technical collection of work. Design, production and exploitation of agricultural machines*, Vol.47, part II, 123-130 [in Ukraine].

6. Hiliazetdinov, R.N. (2009). Rozvytok naukovikh osnov stvorennia innovatsiinykh tekhnolohii pervinnoi pererobky lubianikh kultur [Development of scientific branches of bast crops primary processing]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kheson [in Ukraine].

7. Berezovskyi Yu.V. (2014). Zastosuvannia novykh tekhnichnykh rishen u vyrobnytstvi llianoi produktsii. [Application of new technical solutions in the production of linen products]. *Visnyk KHNTU. – Bulletin of KhNTU*, Vol. 4, 51, 51-58 [in Ukraine].

8. Bohdanova O.F., & Berezovskyi Yu.V. (2018). Sovremennye tekhnolohii pererabotki sostavliaiushchikh lna dlia proizvodstva produktsii razlichnoho naznacheniiia. [Modern technologies for processing flax components for the production of products for various purposes]. *Materialy i tekhnolohii. – Materials and technologies*. Vitebsk. 2, 2, 9-13 [in Russian].

9. Berezovskyi Yu.V. (2016). Vykorystannia novykh tekhnichnykh rishen u promyslovomu vyrobnytstvi llianoi produktsii [The use of new technical solutions in the industrial production of linen products]. *Nauka ta innovatsii. – Science and innovation*. Kuiv, Vol. 12, 4, 53-70 [in Ukraine].

10. Berezovskyi Yu.V. (2016). Napriamky modernizatsii obladnannia pererobky llianoi syrovyny [Areas of modernization of linen processing equipment]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – Bulletin of Khmelnytsky National University. Technical sciences*. Khmelnytskyi, Vol. 1, 233, 189-195 [in Ukraine].

L. V. SALEBA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Chemical Technologies, Expertise
and Provisions Production Safety
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-8290-4163

Y. G. SARIBYEKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chief Researcher of the Research Sector
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-6430-6509

A. P. HUBARYK

Master at the Department of Chemical Technologies, Expertise
and Provisions Production Safety
Kherson National Technical University

INTENSIFICATION OF ANTHOCYANIN EXTRACTION BY PULSE ELECTRIC DISCHARGE

Physical methods for intensifying the extraction process are used to accelerate mass transfer in the "solid-liquid" system in order to more complete and faster extraction of dyes. The use of electric pulsed discharges, under the influence of which there is an intensive mixing of the mixture of plant materials and extractant, thinning or complete disappearance of the diffusion wall layer of the cell, and an increase in the convective diffusion coefficient, is promising.

The article is devoted to the study of the process of extraction of dyes from frozen pomace of red grapes of the Vitis Vierul variety. The improvement of extraction was carried out due to the pretreatment of plant materials with a pulsed electric discharge. The degree of anthocyanins extraction was calculated according to the pH-differential method with measurement of the optical density of the obtained extracts on a Spekol 11 device. As a comparative experiment, we used the extraction of coloring matter from grape pomace with an aqueous solution of 1% by weight hydrochloric acid at pH 2.0 and a temperature of 60°C in several stages until the exhaustion of raw materials to determine the maximum possible amount of extracted anthocyanins.

The optimal conditions for the process were chosen: extraction module, duration and number of stages. It was established that the optimal processing time for a raw material:extractant ratio of 1:100 is 30 s, for 3:100 and 5:100 – 60 s. When using a one-stage extraction (hydromodule 20 duration 30 s) with an aqueous solution with the addition of citric acid, the yield of anthocyanins is 51%, in three stages – 77%. The destruction of anthocyanins during storage of extracts at temperatures of 3 and 20°C for three and six days and the contamination of hoods with products of erosion of metal electrodes were investigated. It was established that when extracts are stored in a dark room at 3°C, anthocyanins are destroyed by 18% in 6 days, and by 57% at 20°C.

Key words: extraction, anthocyanins, grape pomace, electrical impulse discharge.

Л. В. САЛЄБА

кандидат технічних наук, доцент,
в.о. завідувача кафедри хімічних технологій, експертизи
та безпеки харчової продукції
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-8290-4163

Ю. Г. САРІБСКОВА

доктор технічних наук, професор,
головний науковий співробітник науково-дослідного сектору
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-6430-6509

А. П. ГУБАРИК

магістр кафедри хімічних технологій, експертизи
та безпеки харчової продукції
Херсонський національний технічний університет

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ЕКСТРАГУВАННЯ АНТОЦΙΑНІВ ІМПУЛЬСНИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ РОЗРЯДОМ

Для прискорення масообміну в системі «тверде тіло – рідина» з метою більш повного і швидкого вилучення барвних речовин, використовують фізичні способи інтенсифікації процесу екстракції. Перспективним є застосування електроімпульсних розрядів, під впливом яких відбувається інтенсивне перемішування суміші рослинної сировини і екстрагенту, витончується або повністю зникає дифузійний пристінний шар клітини і зростає коефіцієнт конвективної дифузії.

Стаття присвячена дослідженню процесу екстрагування фарбувальних речовин із заморожених вичавок червоного винограду сорту *Vitis Vierul*. Інтенсифікацію екстракції проводили за рахунок попередньої обробки рослинної сировини імпульсним електричним розрядом. Ступінь вилучення антоціанів розраховували за рН-диференційною методикою з вимірюванням оптичної густини одержаних екстрактів на приладі *Spekol 11*. У якості досліджу-порівняння використовували екстракцію барвних речовин з вичавок винограду водним розчином з 1% соляної кислоти від маси при рН 2,0 і температурі 60°C в декілька стадій до виснаження сировини для визначення максимально можливої кількості екстрагованих антоціанів.

Обрано оптимальні умови для проведення процесу: модуль екстракції, тривалість і кількість стадій. Встановлено, що для співвідношення сировина:екстрагент 1:100 оптимальним часом обробки є 30 с, для 3:100, та 5:100 – 60 с. При використанні одностадійної екстракції (гідромодуль 20 тривалість 30 с) водним розчином з добавкою лимонної кислоти вихід антоціанів складає 51%, за три стадії – 77%. Досліджено руйнування антоціанів при зберіганні екстрактів при температурах 3 і 20°C протягом трьох і шести діб та забруднення витяжок продуктами ерозії металевих електродів. Встановлено, що при зберіганні екстрактів у темному приміщенні при 3°C відбувається руйнування антоціанів за 6 діб на 18%, а при 20°C – 57%.

Ключові слова: екстракція, антоціани, вичавки винограду, електричний імпульсний розряд.

Formulation of the problem

Recently, interest in anthocyanins, as dyes of natural origin with complex action, has been increasing due to the development of the market for organic products. Anthocyanins are natural pigments found in cell vacuoles and tissues of flower and fruit petals that give them their bright red, pink, purple and blue colors. According to the chemical structure, anthocyanins belong to flavonoids, which are mono- or diglycosides, in which anthocyanidins are hydroxy- and methoxy-substituted 2-phenylchromenes in the form of benzpyrylium salts [1]. Anthocyanin dyes are obtained synthetically and by extraction from various plant materials, including winemaking waste.

Grape pomace, consisting of skins, stems and seeds left after pressing grapes or re-fermented pulp in the production of wine, is a valuable source of raw materials for the extraction of such valuable components as polyphenols, lignin, aromatic, coloring, mineral substances, amino acids, vitamins, etc. The colorants are concentrated in the skin cells of the grape and can be extracted by extraction with a suitable solvent (ethanol, hot water or a mixture of water and alcohol) acidified with hydrochloric or organic acids and then concentrated in vacuum apparatuses at a temperature of 40–60°C [2, 3]. There are studies using other permitted organic solvents, such as glycerol, ethylene glycol and other alcohols [4], which allows to increase the yield and use the extracts as an ingredient in the production of cosmetic creams. A promising extraction method is the use of liquefied carbon dioxide, which increases the stability during storage and microbial contamination [5]. If it is necessary to isolate individual compounds, the extract is separated into components by the chromatographic method.

The wide introduction of such extraction technologies in the chemical, food, pharmaceutical and other industries is hampered by the slow speed of the processes, incomplete extraction of target components, the use of high temperatures and the destruction of extractable substances or the use of toxic solvents. To improve the efficiency of existing methods for extracting natural dyes and biologically active substances from plant materials, physical methods of intensification are used, based on the transfer of vibrations, pulsations, oscillations of various amplitudes, frequencies and intensities into the system [6]. Such extraction intensification methods are aimed at accelerating mass transfer in the “solid-liquid” system. Common pulse methods for processing plant materials are mechanical, hydraulic, electric pulse and magnetic pulse methods.

Therefore, the intensification of the process of extracting biologically active compounds, in particular dyes, from plant materials is an urgent problem that needs to be addressed.

Analysis of recent research and publications

As the production of extraction devices develops, more efficient methods for processing plant materials are being improved and developed. Thus, the use of the vortex extraction method based on intensive mixing with sharp blades of high-speed propeller mixers makes it possible to reduce the extraction time by increasing the phase contact surface, flow turbulence, and liquid pulsation.

During extraction with ultrasound, alternating pressure, cavitation and “sonic wind” are created, causing the destruction of cellular structures. This method accelerates the penetration of the solvent into the cells of the plant material and allows the extraction of thermolabile biologically active substances [6]. The composition of the extract, its profile and the

concentration of biologically active substances are affected by the conditions of ultrasonic extraction: solvent composition, ultrasound power, time and temperature [7]. When using magnetic or electric pulse devices under the influence of a field of electromagnetic waves of high frequency, protein molecules coagulate, the size of the molecules of extractable substances decreases due to a decrease in hydration and, consequently, the diffusion of target components through the pores of cell membranes increases. An increase in the coefficient of internal diffusion is also achieved through the use of electroplasmolysis, which destroys protein-lipid membranes and increases the wettability of the material as a result of a change in the electric potential of the surface.

The acceleration of the extraction process can be achieved under the influence of a pulsed current of high or ultrahigh frequency. Under the action of a high-voltage discharge leaving the battery in short periods of time, intensive mixing occurs, the near-wall diffusion layer thins, the cell membranes are partially destroyed, and the convective diffusion coefficient increases. At the moment of discharge, pulsating plasma cavities appear in the extractant, which, as a result of rupture, can accelerate the movement of the extractant into the middle of the cell [8].

An analysis of the literature data shows that physical methods for intensifying the extraction process using electrical pulsed discharges are promising and can be used to extract natural anthocyanin dyes.

Formulation of the research purpose

The aim of the work is to study the use of electric discharge nonlinear volumetric cavitation to intensify the process of extraction of natural anthocyanin dyes from red grape skin.

Presentation of the main research material

The traditional method of extracting anthocyanins with aqueous solutions acidified with mineral or organic acids with stirring can be improved by introducing a preliminary stage of processing plant materials or completely replacing long-term aqueous extraction with electric discharge processing.

Frozen pomace of red grape variety Vitis Vierul was used as a raw material for the isolation of anthocyanins. When they are frozen, enzymes are inactivated and biochemical and oxidative processes stop, which contributes to the stabilization of anthocyanin pigments.

Electric discharge processing (EDT) of raw materials in aqueous solutions was carried out on the Vega-6 laboratory facility, which was developed by scientists from the Institute of Pulse Processes and Technologies of the National Academy of Sciences of Ukraine (Nikolaev) and tested by scientists from the Kherson National Technical University [9, 10]. EDT is based on the phenomenon of a sharp increase in the hydraulic and hydrodynamic effects and the amplitude of the shock effect during the implementation of a pulsed electric discharge in a liquid under the condition of a maximum reduction in the pulse duration, the pulse front is as steep as possible, and the pulse shape is close to aperiodic. In the process of such electric discharge processing, the raw materials are simultaneously affected by physical and chemical factors: the direct effect of electrohydraulic action, as well as the products of water splitting formed in the working medium under the action of cavitation.

In order to determine the effectiveness of the use of electric discharge treatment in the extraction of anthocyanins from pomace of frozen grapes, the extraction was carried out by the action of an electro-hydraulic shock lasting 30 s in an aqueous solution at a temperature of 20°C in a neutral medium at pH 7.1, as well as with the addition of citric acid at pH 2.8 when studying the solvent:raw material ratio. The extraction was carried out in two stages of 30 seconds each with the introduction of fresh solvent in the second stage. As a comparative experiment, we used the extraction of colorants from grape pomace with an aqueous solution of 1% by weight hydrochloric acid at pH 2.0 and a temperature of 60°C in several stages until the exhaustion of raw materials to determine the maximum possible amount of extracted anthocyanins. The amount of anthocyanins (AC) was calculated after squeezing the extracts and filtering the extracts by the pH differential method with the measurement of optical density on a "Specol 11" device. The method consists in converting the amount of anthocyanins into the more common cyanidin-3-O-glucoside, the amount of which is calculated from the difference in the optical density of solutions at wavelengths of 510 and 700 nm and the corresponding values of the acidity of the extracts by 1.0 and 4.4 units pH (buffer solutions of potassium chloride and sodium acetate) [11].

It is known from the literature that the absorption curves of anthocyanins (delphinidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-glucoside) have characteristic maxima in the UV region at a wavelength of 280 nm and in the visible spectrum at 535 nm. In this work, the electronic absorption spectra of extracts obtained by electrodischarge treatment at pH 2.8 and 7.1 were plotted, and it was found that the absorption curve in a pH 7.1 medium has a shift of maxima towards long wavelengths at 355 and 590 nm, respectively. Therefore, the color shade of the extracts becomes more blue, which indicates the presence of anthocyanins in the quinoid form. Upon acidification of such a solution, the color is restored to dark red, which indicates the transition of the quinoid form of anthocyanins to the form of the flavylium ion. The amount of anthocyanins obtained at neutral pH of the medium was 5.21 mg/g of raw material, and when the extractant was acidified with citric acid to pH 2.8 – 6.61 mg/g, which is 40 and 51% respectively, in relation to the comparative experiment. Therefore, further studies of the effect of the extraction module on the amount of extractable anthocyanins were carried out at a pH of 2.8.

The results of extraction of anthocyanins using EDT, indicating the effect of the hydromodulus on the mass transfer process, are presented in Figure 1 and Table 1.

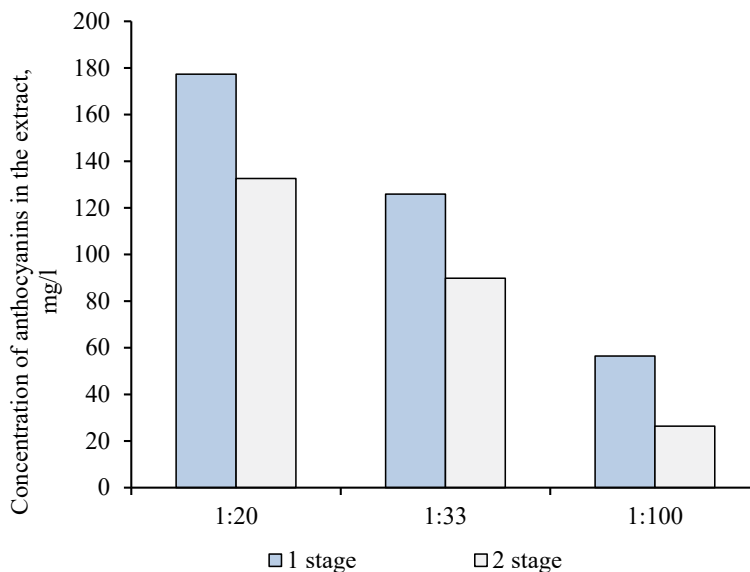


Fig. 1. Dependence of the concentration of anthocyanins in the extract on the extraction module

Table 1

The influence of the extraction module on the degree of extraction of anthocyanins

Parameter	Hydromodule 100			Hydromodule 33			Hydromodule 20		
	1 stage	2 stage	total	1 stage	2 stage	total	1 stage	2 stage	total
Content AC, mg/g of raw material	5.64	2.64	8.28	4.20	3.00	7.20	3.94	2.95	6.89
Degree of AC extraction*, %	33.94	15.97	49.91	25.41	18.19	43.60	23.84	17.85	41.69

* The ratio of the amount of anthocyanins to the maximum value extracted in the comparative experiment

It has been established that with a decrease in the hydromodulus by 3 and 5 times, the concentration of extractable anthocyanins in the extract increases by 2.6 and 3.7 times, respectively. But at the same time, the degree of extraction, and, accordingly, the degree of use of raw materials is reduced by 13–17%. In total, it has been calculated that a greater amount of dye is extracted from one gram of grape pomace at a hydromodulus of 100, and the concentration of anthocyanins in the extract is greater at a hydromodulus of 20, which is explained by an increase in the thickness of the raw material layer through which the water hammer formed by EDT passes. The efficiency of extraction at the first stage is due to a large number of readily available anthocyanins in the cells of the raw material, which are destroyed during freezing, and at the second stage – by the concentration gradient of anthocyanins in the raw material and solution, which is formed at the first stage. For further research, we choose hydromodule 20, since obtaining a more concentrated extract reduces the cost of the next step in obtaining the dye – evaporation of the solution.

To determine the influence of the driving force of the extraction process – the difference in the concentration of anthocyanins in the extract and raw materials – multi-stage processing was carried out using EDT for 30 seconds at each stage with a module of 20. The results are shown in Table 2.

Table 2

Results of multistage extraction with application EDT

Parameter	Number of stages					total
	1	2	3	4	5	
AC concentration in the extract, mg/l	166	123.5	88	66	45	97.7
Amount of AC, mg/g of raw material	3.32	2.47	1.76	1.32	0.90	9.76
Degree of extraction of AC by stages, %	34.0	25.3	18.0	13.5	9.2	100
Degree of AC extraction before the control experiment*, %	31.1	23.1	16.5	12.4	8.4	91.5

* control experiment – extraction of AC until exhaustion showed an AC value of 10.67 mg/g

It has been established that during multi-stage EDT extraction (five stages) in an aqueous solution acidified with citric acid (pH 2.8), with each subsequent stage, the amount of anthocyanins extracted from the raw material decreases from 34% for the first stage to 9% for the fifth stage. The maximum amount of extracted anthocyanins compared to extraction to exhaustion was about 90%.

The duration of extraction is one of the important parameters of the process. It is known from the basic mass transfer equation that the amount of a substance that has diffused through a certain layer is directly proportional to the extraction time. However, it is necessary to strive for maximum completeness of extraction in the shortest possible time. Therefore, from an economic point of view, it is better to carry out extraction in three stages, while the degree of extraction of anthocyanins is 77%. With prolonged extraction, undesirable processes of obtaining free radicals and reactive oxygen species, decomposition of anthocyanins under the action of enzymes, as well as contamination of extracts with related compounds can occur.

To determine the optimal time for EDT, raw materials – frozen grape skins with extractant – were treated with water in different proportions for 30, 60, 90, 120 seconds at a temperature of 20°C (Figure 2).

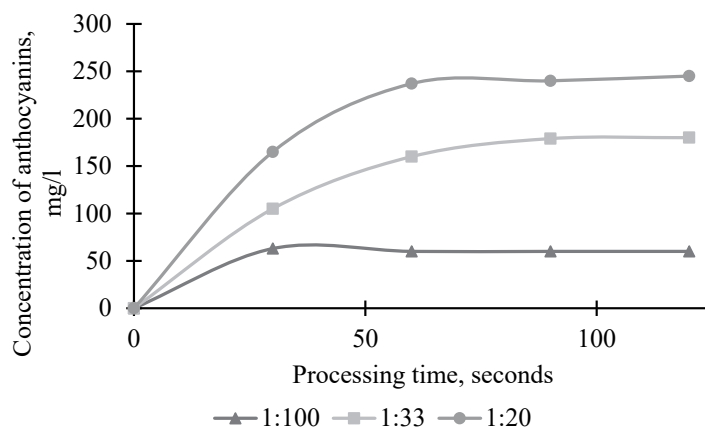


Fig. 2. The influence of the duration of electric discharge treatment on the extraction of anthocyanins at different hydromodule

The results presented in fig. 2, indicate that for the ratio of raw materials: extractant 1:100, the optimal processing time is 30 s, for 1:33 and 1:20 – 60 s. When this time is reached, the extraction process proceeds at a minimum speed or is already in a state of equilibrium with the process of destruction of anthocyanins. It should be noted that the maximum efficiency of alternating current extraction falls on the hydraulic module 20.

It is known that, under the action of EDT, water molecules are rearranged and activated, free radicals and their recombination products are formed, and the pH level and electrical conductivity of water increase [10]. All this can lead to negative consequences – oxidation of the components of the extract, degradation of anthocyanins. To study this process, the extract obtained by electrodischarge treatment on a hydromodule 20 with the introduction of citric acid was stored for six days at a temperature of 3 and 20°C. The results presented in fig. 3 show that the loss of anthocyanins during storage of extracts at a temperature of 20°C for 3 days was 14%, and for 6 days – 57%. The loss of more than half of the AC can be explained by the high activity of the radicals formed at this temperature. When extracts were stored at a temperature of 3°C for 3 days, the loss of anthocyanins was 7%, and within 6 days – 18%.

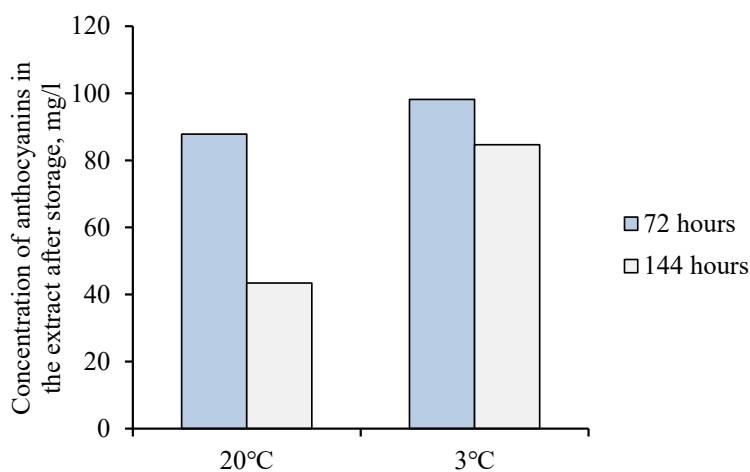


Fig. 3. Losses of anthocyanins during storage of extracts

The work also established contamination of extracts with erosion products of metal electrodes during EDT (Fig. 4). The results of determining the amount of total iron indicate an increase in its concentration by an average of 10 times in 60 seconds of treatment.

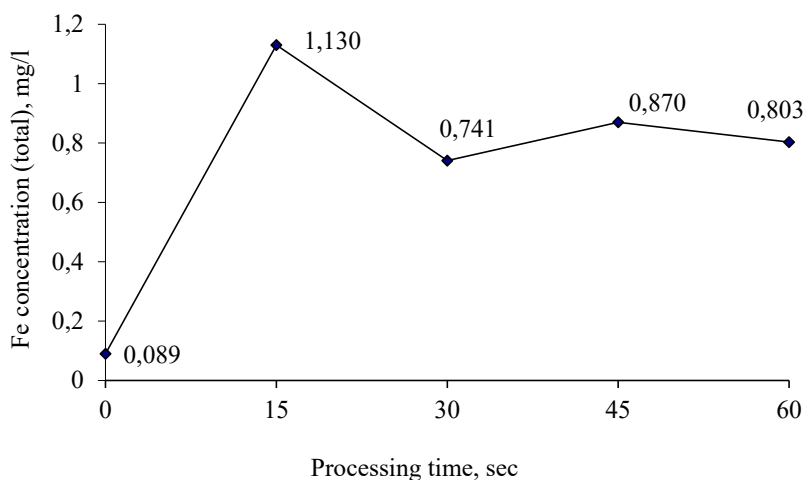


Fig. 4. Erosion of electrodes during electric discharge treatment

Thus, the method of processing grape pomace in aqueous solutions using a high-voltage pulsed high-frequency current has advantages over traditional methods of extraction with organic solvents. However, despite the short duration of the process and the high percentage of extraction of anthocyanins, during the extraction process, the extract is contaminated with erosion products of metal electrodes, which requires special measures to remove them.

Conclusions

In the course of the studies, the conditions for using EDT to intensify the process of anthocyanin extraction from grape pomace were established. When carrying out one-stage treatment with module 20 for 60 seconds, the yield of dyes is 51%, with three-stage treatment for 30 seconds, the degree of extraction of AC is 77%. The high degradation of AC is associated with the formation of free radicals during EDT and amounts to 18% when the extract is stored for 6 days at a temperature of 3°C. In addition, during processing, extracts become contaminated with electrode erosion products, which requires their purification. Further research will be aimed at improving the electrode material to intensify the anthocyanin extraction process.

Bibliography

1. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Львів: Центр Європи. 2009. 836 с.
2. Салеба Л.В., Сарібєкова Д.Г. Удосконалення процесу екстрагування антоціанів з використанням ферментних комплексів. *Вісник Хмельницького національного університету*. № 1(293). 2021. С. 222-226.
3. Ніколенко М.В., Єльчанінова К.О., Карабут В.О., Вашкевич О.Ю. Одержання харчових барвників класу антоціанів з виноградних вичавок: механізм процесу екстракції. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. No. 6. 2020. P. 134-141.
4. Saleba L., Saribekova D., Kuniy O., Lazzara G. Influence of chemical structure of alcohols on extraction and stability of anthocyanins. *Ukrainian Food Journal*. V. 11. Issue 2. 2022. P. 280-290.
5. Kulazynski M., Stolarski M., Faltynowicz H., Narowska B., Swiatek L., Lukaszewicz M., Supercritical fluid extraction of vegetable materials. *Chemistry & Chemical Technology*. Vol. 10. No. 4(s). 2016. P.637-643.
6. Bonfigli M., Godoy E., Reinheimer M.A., Scenna N.J. Comparison between conventional and ultrasoundassisted techniques for extraction of anthocyanins from grape pomace. Experimental results and mathematical modeling. *J. Food Eng.* Vol.207. 2017. P.56-72.
7. González M., Cavallo L., Budelli E., Barrios S., Pérez N., Lema P., Heinzen H. Ultrasonic assisted extraction of *Achyrocline satureioides* Lam, D.C, (marcela) in aqueous media improves extraction yield and enhances selective bioactive extraction. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. vol. 29. 2022. 100819.
8. Чуєшов В.І., Гладух Є.В., Сайко І.В. та ін. Технологія ліків промислового виробництва. Х. : НФаУ: Оригінал, 2012. Ч. 1. 704 с.
9. Асаулюк Т.С. Розробка технологій біління вовняного волокна з використанням електророзрядної нелінійної об'ємної кавітації. дис. канд. тех. наук: 05.18.19 – Херсон, 2016. 152 с.

10. Семешко О.Я., Сарібєкова Ю.Г., Семенченко О.А. Дослідження впливу електророзрядної нелінійної об'ємної кавітації на зміну властивостей води. *Вісник Хмельницького національного університету*. № 1. 2012. С. 69-74.

11. Wrolstad R.E., Giusti M.M. 2001. Unit F1.2: anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad, RE, editor. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: John Wiley & Sons. p. F1.2.1– 1.2.13.

References

1. Lastukhin Yu.O. (2009) *Kharchovi dobavky. E-kody. Budova. Oderzhannia. Vlastyvoli* [Nutritional supplements. E-codes. Building. Obtaining. Properties]. Lviv: Tsentr Yevropy. 836 s. [in Ukrainian].

2. Salieba L.V., Saribekova D.H. (2021) Udoskonalennia protsesu ekstraktsii antotsianiv z vykorystanniam fermentnykh kompleksiv [Improvement of the process of extraction of anthocyanes using enzyme complexes]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, no. 1(293), pp. 222-226. [in Ukrainian]

3. Nikolenko M.V., Elchaninova K.O., Karabut V.O., Vashkevych O.Yu. (2020) Oderzhannia kharchovykh barvnykiv klasu antotsianiv z vynohradnykh vychavok: mekhanizm protsesu ekstraktsii [Obtaining food dyes of the anthocyanin class from grape pomace: the mechanism of the extraction process]. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, no. 6, pp. 134-141. [in Ukrainian]

4. Saleba L., Saribekova D., Kunyk O., Lazzara G. (2022) Influence of chemical structure of alcohols on extraction and stability of anthocyanins. *Ukrainian Food Journal*. V. 11. Issue 2. P. 280-290. [in English]

5. Kulazynski M., Stolarski M., Faltynowicz H., Narowska B., Swiatek L., Lukaszewicz M. (2016) Supercritical fluid extraction of vegetable materials. *Chemistry & Chemical Technology*. Vol. 10. No. 4(s). P. 637-643. [in English]

6. Bonfigli M., Godoy E., Reinheimer M.A., Scenna N.J. (2017) Comparison between conventional and ultrasound-assisted techniques for extraction of anthocyanins from grape pomace. Experimental results and mathematical modeling. *Journal of Food Engineering*, vol. 207, pp. 56-72. [in English]

7. González M., Cavallo L., Budelli E., Barrios S., Pérez N., Lema P., Heinzen H. (2022) Ultrasonic assisted extraction of *Achyrocline satureioides* Lam, D.C. (marcela) in aqueous media improves extraction yield and enhances selective bioactive extraction. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 29, 100819, ISSN 2352-5541, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100819>. [in English]

8. Chuieshov V.I., Hladukh Ye.V., Saiko I.V. ta in. (2012) *Tekhnolohiia likiv promysloвого vyrobnytstva* [Technology of industrial production of drugs]. Kh. : NFaU: Oryhinal. Ch. 1. 704 s. [in Ukrainian]

9. Asauliuk T.S. (2016) *Rozrobka tekhnolohii bilinnia vovnianoho volokna z vykorystanniam elektrorozriadnoi nelineinnoi obiemnoi kavitatsii* [Development of wool fiber bleaching technologies using electric discharge nonlinear volumetric cavitation]. dys. kand. tekhn. nauk: 05.18.19 – Kherson, 152 s.

10. Semeshko O.Ia., Saribekova Yu.H., Semenchenko O.A. (2012) *Doslidzhennia vplyvu elektrorozriadnoi nelineinnoi obiemnoi kavitatsii na zminu vlastyvostei vody* [Study of the impact of electric discharge nonlinear volumetric cavitation on the change of water properties.]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, no 1, pp. 69-74.

11. Wrolstad R.E., Giusti M.M. (2001) Unit F1.2: anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad, RE, editor. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: John Wiley & Sons. p. F1.2.1– 1.2.13. [in English].

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 621.396:004.89

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.10>**Р. О. БЕЛЯКОВ**

кандидат технічних наук, доцент,
докторант науково-організаційного відділу
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут
ORCID: 0000-0001-9882-3088

О. Д. ФЕСЕНКО

викладач кафедри технічного та метрологічного забезпечення
факультету інформаційних технологій
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут
ORCID: 0000-0002-2114-5327

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ
OLSR, AODV, DSDV, MAODV СПЕЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ КЛАСУ MANET**

У даній роботі детально розглянуто особливості функціонування мобільних комунікаційних мереж спеціального призначення класу MANET. Було проаналізовано ряд наукових праць що розкривають суть функціонування протоколів маршрутизації трьох основних класів – активних, реактивних та гібридних. Було підкреслено, що основний інтерес дослідження процесу управління маршрутизацією викликано ресурсними обмеженнями під час функціонування мобільних комунікаційних мереж в умовах динамічної топології, тобто в умовах, коли фізичні носії комунікаційного обладнання рухаються із змінною швидкістю обумовленою змінами рельєфу місцевості та наявністю перешкод.

Автори акцентують увагу, що наукова новизна дослідження обумовлена використанням моделі мобільності, що враховує фізичні властивості комунікаційних вузлів, яка є основою для отримання метрик мобільності (переміщення).

В статті проаналізовано чотири протоколи маршрутизації, описано процеси побудови та підтримання маршрутів передачі даних. Визначено, що кожен із протоколів (OLSR, AODV, DSDV, MAODV) мають як переваги так і недоліки, тому було визначено дослідити ці протоколи у плані продуктивності, шляхом оцінки метрик маршрутизації.

Імітаційне моделювання проводилось із використанням мов програмування Python у інтерактивному середовищі GoogleColab. Час моделювання – 40 хвилин, час ініціалізації параметрів мережі – 50 секунд, кількість мобільних вузлів – 85. Під час імітаційного моделювання не розглядалися процеси резервування за рахунок покращених характеристик мобільних базових станцій.

В результаті моделювання встановлено, що протоколи маршрутизації MAODV та OLSR показують кращу адаптивну здатність функціонування в умовах високої динаміки (зміни швидкості вузлів мережі) відносно інших розглянутих протоколів (AODV, DSDV) з точки зору ключових метрик (пропускна здатність, затримка, Jitter та процес розряду батареї).

Виявлена статистична кореляція між затримкою, Jitter та пропускною здатністю, що може бути використано для подальшої оптимізації алгоритмів маршрутизації.

Також під час моделювання було отримано оцінку енергоефективності вузлів, показано, що протоколи MAODV та OLSR мають менший відсоток розряду батареї в порівнянні з іншими протоколами, що є критично важливим для мобільних мереж, де енергозабезпечення є обмеженим.

Ключові слова: комунікаційна мережа, процес управління, метрики мобільності, метрики маршрутизації, пропускна здатність, час затримки, енергетична ефективність, протокол маршрутизації, прогнозування.

R. O. BIELIAKOV

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Doctoral Student at the Scientific and Organizational Department
Military Institute of Telecommunications and Information technologies
named after Heroes of Kruty
ORCID: 0000-0001-9882-3088

O. D. FESENKO

Lecturer at the Department of Technical and Metrological Support
Information Technologies Faculty
Military Institute of Telecommunications and Information technologies
named after Heroes of Kruty
ORCID: 0000-0002-2114-5327

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OLSR, AODV, DSDV, MAODV ROUTING PROTOCOLS IN SPECIAL MANET CLASS NETWORKS

This paper examines in detail the features of the functioning of special purpose mobile communication networks of the MANET class. A number of scientific works were analyzed that reveal the essence of the functioning of routing protocols of three main classes – active, reactive and hybrid. It was emphasized that the main interest in the research of the routing management process is caused by resource limitations during the functioning of mobile communication networks in the conditions of dynamic topology, i.e. in conditions when the physical carriers of communication equipment move at a variable speed due to changes in the topography of the area and the presence of obstacles.

The authors emphasize that the scientific novelty of the study is due to the use of a mobility model that takes into account the physical properties of communication nodes, which is the basis for obtaining mobility (movement) metrics.

The article analyzes four routing protocols, describes the processes of building and maintaining data transmission routes. It was determined that each of the protocols (OLSR, AODV, DSDV, MAODV) has both advantages and disadvantages, so it was determined to investigate these protocols in terms of performance by evaluating routing metrics.

Simulation modeling was carried out using the Python programming language in the GoogleColab interactive environment. The simulation time is 40 minutes, the network parameter initialization time is 50 seconds, the number of mobile nodes is 85. In the simulation process, redundancy processes were not considered due to the improved characteristics of mobile base stations.

As a result of the simulation, it was established that MAODV and OLSR routing protocols show a better adaptive capacity to work in conditions of high dynamics (changes in the speed of network nodes) compared to other considered protocols (AODV, DSDV) in terms of key indicators (throughput, delay, jitter and process discharge Batares).

Ujawniono statystyczną korelację between delay, jitter and przepływnością, which can be used for further optimization of routing algorithms.

In the same way, it's time to model energy efficiency and networks. It has been shown that the MAODV and OLSR protocols are characterized by a lower percentage of battery discharge compared to other protocols, which is extremely important in mobile networks where energy supplies are limited.

Key words: communication network, management process, mobility metrics, routing metrics, throughput, delay, energy efficiency, routing protocol, prediction.

Постановка проблеми

Особливості умов функціонування комунікаційних мереж (КМ) класу MANET накладає вимоги до задач управління, щодо вибору оптимального протоколу маршрутизації потоків даних і стає першочерговим завданням, яке необхідно вирішити при проектуванні КМ як цивільного, так і військового призначення.

Сьогодні існує велика кількість протоколів та методів маршрутизації (ММ), розроблених як для існуючих стаціонарних, так і для безпроводових мереж. Ці ММ відрізняються один від одного багатьма характеристиками, однак, не всі з них задовольняють вимогам, що накладаються з боку КМ, а саме: розподілене функціонування; мінімальна завантаженість мережі службовою інформацією; можливість боротьби з переваженнями; відсутність зацикленних маршрутів, тощо. Враховуючи зазначене, дана стаття присвячена аналізу існуючих протоколів та ММ для визначення можливості їх використання в мобільних КМ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В мобільних КМ процес маршрутизації реалізується з допомогою ММ, які являють собою сукупність семантичних і синтаксичних правил та алгоритмів, що визначають процес побудови та підтримання маршрутів передачі між комунікаційним вузлом відправником та адресатом в КМ і забезпечують ефективне використання мережевих ресурсів при заданій (необхідній) якості обслуговування користувачів [1, 2].

Сьогодні існує велика кількість публікацій, пов'язаних з дослідженням процесів маршрутизації потоків даних в мережах класу MANET. Детальна класифікація (рис. 1) методів маршрутизації (ММ) наведена в [3].

Задачею методу маршрутизації є створення, збереження та підтримка маршрутів заданої якості (зазвичай найкоротшого з метою забезпечення енергозбереження вузлів) між відправником та адресатом. Найкоротший маршрут визначається як функція мінімальної вартості маршруту, що визначається як сума вартостей всіх каналів маршруту.



Рис. 1. Класифікація методів маршрутизації

Сьогодні в науковій літературі розглядається значна кількість методів та протоколів маршрутизації, які розраховані для радіомереж з різною мобільністю вузлів, швидкістю передачі інформації між вузлами, передбачають різні алгоритми управління навантаженням у радіомережі та управління затримкою передачі пакетів даних. Відповідно до запропонованої вище класифікації, за способом побудови і підтримання маршрутів ММ діляться на три класи: таблицно-орієнтовані, зондові та гібридні (рис. 2) [4, 5, 6].



Рис. 2. Класифікація ММ за способом побудови і підтримання маршрутів

Формулювання мети дослідження

Серед найбільш популярних методів та протоколів маршрутизації, які відносяться до кожного з наведених класів було обрано чотири протоколи маршрутизації, а саме: OLSR, AODV, DSDV, MAODV.

Тому, **метою роботи** є дослідження ефективності існуючих протоколів маршрутизації для визначення можливості їх використання та напрямів удосконалення в мобільних комунікаційних мережах класу MANET з урахуванням умов функціонування та ресурсних обмежень.

Наукова новизна

У роботі виконано моделювання найбільш поширених алгоритмів маршрутизації із використанням розробленої моделі мобільності [7], що враховує особливості функціонування (фізичні параметри) носіїв (транспортна база або людина) та комунікаційного обладнання.

Викладення основного матеріалу дослідження

Одним із найпоширеніших є таблицно-орієнтований (активний) Optimized Link State Routing (OLSR) – протокол IP-маршрутизації, оптимізований для комунікаційних мереж класу MANET, побудований на основі алгоритму Дійкстри та обміні hello-повідомленнями для отримання інформації про стан маршрутів і топологію мережі. Кожен вузол розсилає цю інформацію між сусідніми вузлами для виявлення наступного вузла в напрямку до адресата, використовуючи в якості метрики найменшу кількість ретрансляцій [8].

Переваги OLSR: відсутня затримка передачі потоків даних, пов'язана з процедурою виявлення та побудови маршрутів; витрати вузлових та мережевих ресурсів не зростають при збільшенні кількості маршрутів передачі.

Недоліки OLSR: неможлива побудова маршрутів заданої якості обслуговування; неефективне використання енергетичних і мережевих ресурсів при відправці службової інформації; у мережах великої розмірності вимагає відносно високої пропускної здатності радіоканалів та продуктивності вузлових процесорів.

Другим серед поширених таблицно-орієнтованих протоколів маршрутизації, який базується на класичному алгоритмі Беллмана-Форда є Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV). Особливість функціонування протоколу полягає в тому, що мобільні комунікаційні вузли підтримують маршрутну таблицю до всіх можливих

адресатів мережі. Кожен її вхід позначається порядковим номером, який визначається адресатом. Маршрутна інформація передається між вузлами шляхом періодичної відправки всієї маршрутної таблиці і додаткових оновлень, які передаються частіше [9].

Переваги DSDV: відсутність зациклення маршрутів; в МР з малою кількістю вузлів забезпечує миттєву побудову маршрутів передачі.

Недоліки DSDV: вимагає регулярного оновлення своїх маршрутних таблиць, що потребує використання вузлових і мережевих ресурсів, навіть коли мережа знаходиться в режимі очікування; не підходить для радіомереж з високою динамікою зміни топології.

Серед зондових реактивних протоколів маршрутизації було розглянуто Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV).

AODV – це зондовий протокол маршрутизації, який являє собою комбінацію протоколів DSR та DSDV. Побудова та підтримання маршрутів здійснюється зондовими методами, зберігання маршрутів відповідно до таблично-орієнтованих методів. Для підтримання інформації про „нові” маршрути використовується порядкова нумерація маршрутів. Протокол використовує чотири типи повідомлень: зонд-запит, зонд-відповідь, зонд-корегування та hello-повідомлення [10].

Функціонування протоколу відбувається наступним чином. За необхідності передачі пакета вузол звертається до маршрутної таблиці за маршрутом. У випадку його відсутності передається зонд-запит усім сусіднім вузлам. Проміжні вузли, прийнявши зонд-запит і не маючи маршруту до адресата, ретранслюють його далі. Адресат, отримавши зонд-запит, формує зонд-відповідь і надсилає його відправнику, який коригує свою маршрутну таблицю і розпочинає передачу даних.

Переваги AODV: відсутність зациклення маршрутів; вирішення проблеми „кінцевого рахунку”; гарантія отримання „нових” маршрутів; підтримання багатокористувальницької маршрутизації; низька обчислювальна складність та потреба в ресурсах пам'яті.

Недоліки AODV: тривала та складна процедура встановлення з'єднання; використання hello-повідомлень, слабка адаптивність до мереж із динамічною топологією [11].

Та відповідно до [11] MAODV (Multicast AODV) можна віднести до гібридних протоколів маршрутизації, бо концептуально розроблений на основі AODV та DSDV, для використання в мережах, що складаються із великої кількості мобільних вузлів, тобто в умовах коли топологія мережі постійно змінюється.

В основі алгоритму протоколу – кожній мультікастовій групі створюється двостороннє дерево, що включає мобільні вузли двох відмінних класів. МК може бути або вузлом, який приєднався до мультікастового дерева, або вузлом, який не приєднався до мультікастової групи, але пересилає мультікастові повідомлення до інших вузлів у дереві. Для встановлення та підтримання маршрутів протокол використовує чотири різні типи повідомлень:

1. Route Request (RREQ) – використовується для запиту маршруту до певної мети. Коли вузол хоче відправити пакет до певного призначення, але не має активного маршруту до цього призначення, він ініціює процес RREQ.

2. Route Reply (RREP) – повідомлення відповіді на RREQ. Коли вузол отримує RREQ і має активний маршрут до запитаного призначення, він відправляє RREP назад до вузла, який ініціював RREQ.

3. Multicast Activation (MACT) – використовується для активації мультікастового маршруту. Коли вузол хоче приєднатися до мультікастової групи, він відправляє MACT до лідера групи або іншого члена групи.

4. Group Hello (GRPH) – періодичне повідомлення, яке використовується для підтримання мультікастового дерева. Воно допомагає визначити, чи активні сусідні вузли, і чи є вони частинами мультікастового дерева.

Недоліком використання MAODV – є великий об'єм службової інформації та висока обчислювальна складність оновлення маршрутної інформації.

Основні математичні співвідношення. Для визначення метрик маршрутизації в мобільних комунікаційних мережах класу MANET були використані метрики мобільності та радіозв'язності з використанням моделі мобільності запропонованої в [7]. Моделювання протоколів здійснювалось за допомогою мови програмування Python та програмного середовища GoogleColab, з використанням параметрів (рис. 3), за наступними математичними співвідношеннями:

1. Моделювання затримки в мережах MANET залежить від багатьох факторів, включаючи топологію мережі, протокол маршрутизації, розмір пакетів, швидкість руху вузлів, і т. д. Для визначення функціональних залежностей змінних необхідно описати основні математичні співвідношення часу затримки передачі. На рисунку 3 зображено загальна схема

Рівняння затримки передачі пакета в каналі:

$$T_{зпрд} = L_{п} / R , \quad (1)$$

де $T_{зпрд}$ – затримка передачі, $L_{п}$ – розмір пакета, R – номінальна швидкість передачі.

Рівняння затримки обробки повідомлення вузлом (МК):

$$T_{\text{зобр}} = N_{\text{п}} / C_{\text{обр}}, \quad (2)$$

де $T_{\text{зобр}}$ – затримка обробки, $N_{\text{п}}$ – кількість оброблюваних пакетів, $C_{\text{обр}}$ – швидкість обробки (в пакетах за секунду).

```
# Встановлюємо параметри моделі
P0 = 30 # Потужність передавача в дБм
Gt = 3 # Коефіцієнт підсилення антени передавача в дБі
Gr = 3 # Коефіцієнт підсилення антени приймача в дБі
f = 2.4e9 # Частота сигналу в Гц
c = 3e8 # Швидкість світла в м/с
L = 3 # Коефіцієнт втрат в дБ
n = 3 # Показник затухання за відстань
sigma = 4 # Стандартне відхилення тіньового затухання в дБ
N0 = -110 # Рівень шуму в дБм
B = 1e6 # Ширина смуги в Гц

# Встановлюємо параметри мережі
R = 400 # Дальність радіозв'язку у абонентів у метрах
W = 3000 # Ширина території в метрах
H = 5000 # Висота території в метрах
N = 85 # Кількість наземних абонентів
T = 50 # Час моделювання в секундах

# Встановлюємо параметри руху абонентів
Vmin = 1 # Мінімальна швидкість абонента в м/с
Vmax = 10 # Максимальна швидкість абонента в м/с
Amin = -1 # Мінімальне прискорення абонента в м/с^2
Amax = 1 # Максимальне прискорення абонента в м/с^2

# Встановлюємо параметри рельєфу території
Zmin = -50 # Мінімальна висота рельєфу в метрах
Zmax = 50 # Максимальна висота рельєфу в метрах
```

Рис. 3. Параметри мобільних комунікаційних вузлів мережі

Функція затримки маршрутизації (рівняння часу вибору маршруту), що відображає, як протокол маршрутизації і топологія мережі впливають на затримку маршрутизації

$$T_{\text{зрут}} = f_T(P, T), \quad (3)$$

де $T_{\text{зрут}}$ – затримка маршрутизації, P – протокол маршрутизації, T – топологія мережі.

Загальний час затримки передачі повідомлення від вузла адресанта до вузла адресата

$$T_{\text{total}} = T_{\text{зпрд}} + T_{\text{зобр}} + T_{\text{зрут}}. \quad (4)$$

У зв'язку із високою динамікою змін топології наземної комунікаційної мережі класу MANET, під час використання, наприклад, табличних протоколів маршрутизації виникає необхідність частіше оновлювати метрики (таблиці маршрутизації), що може призвести до збільшення затримки маршрутизації.

Отже, ключовими обмеженнями у процесі реалізації цільової функції управління часом затримки передачі є:

по-перше, кількість вузлів в мережі (збільшення кількості вузлів → збільшення кількості маршрутів → збільшення кількості інформації для обробки → збільшення загального часу затримки);

по-друге, характеристики протоколу маршрутизації (визначають порядок інформаційного обміну між вузловими елементами та необхідну кількість службової інформації в мережі);

по-третє, динаміка топології (математична модель, що описує структуру мережі, або фізичну організацію вузлів із прив'язкою до рельєфу місцевості).

2. Джитер в мережах із комутацією пакетів відноситься до варіації часу затримки, і для реального часу аплікацій, таких як VoIP або відеоконференції, збільшення джитеру може призвести до суттєвого погіршення якості зв'язку.

Математично джитер описується як стандартне відхилення затримки пакетів із урахуванням (9):

$$J = \sigma(T_{\text{total}}). \quad (5)$$

Варто зазначити, що джитер враховує варіацію затримки, тому при розрахунках його значення додається до загальної затримки.

3. Пропускна здатність в мережах класу MANET.

Для моделювання пропускної здатності застосуємо формулу Шеннона:

$$C_{ab} = B \log_2(1 + SINR), \tag{6}$$

де C_{ab} – пропускна здатність каналу між вузлами a і b , B – ширина смуги пропускання каналу, $SINR$ – відношення сигнал/шум.

Загальна довжина маршруту

$$D_{ij} = \sum_{a=i}^j d_{ab}, i, j, a, b \in N_{KM}, \tag{7}$$

де D_{ij} – загальна відстань маршруту між вузлами i та j , d_{ab} – довжина каналу між вузлами a і b .

Разом з тим, загальна відстань маршруту, буде визначатись в залежності від типу вибраного протоколу маршрутизації і динаміки топології мережі

$$D_{ij} = f_D(P, T).$$

4. Для моделювання енергоефективності в мережах MANET потрібно врахувати витрату потужності за граничний час функціонування $t_{funcmax}$, що визначається зарядом батареї МК e_{MKmax} (e_{MBCmax} , для МБС):

$$\begin{aligned} e_{MKmax} &= P_{MKi} * t_{funcmax}, i \in N_{KM}, \\ e_{MBCmax} &= P_{MBCi} * t_{funcmax}, i \in N_{KM} \end{aligned} \tag{8}$$

де P – потужність, яку споживає вузол за одиницю часу.

Разом з тим, рівняння споживчої потужності для мобільних користувачів (МК) визначається лише витратами на інформаційний обмін (передачу і прийом пакетів визначеного розміру L_n) P_{IO} , Дж/біт, за одиницю часу

$$P_{MKi} = N_n L_n P_{IO}, \tag{9}$$

а для мобільної базової станції на роботизованій платформі, необхідно врахувати витрату потужності на процес адаптивного переміщення на одиницю довжини маршруту P_{nep}

$$P_{MBCi} = N_n L_n P_{IO} + \frac{ШP_{nep}}{K_{man}}, \tag{10}$$

де Ш – пройдений шлях роботизованою платформою, K_{man} – коефіцієнт маневреності [посилання на статтю ММ]. Таким чином, енергоефективність вузла КМ в деякий момент часу t можна визначити за формулою

$$\eta_{e_i} = O_i t_{func} / P_i, i \in N_{KM}, \tag{11}$$

де η_{e_i} – енергоефективність i -го вузла, O_i – обсяг переданих даних, P_i – витрачена потужність.

Рівняння (1-11) були використані як основа для опису реалізації цільових вузлових (користувальницьких) цільових функцій управління КМ [12], тобто оцінки продуктивності протоколів маршрутизації.

Результати моделювання вище розглянутих протоколів маршрутизації показано на рисунку 4.

На графіку (рис. 4 – End-to-End Delay (ms)) – зображено розподіл середньої затримки передачі даних від вузла відправника до вузла отримувача. Цей графік показує статистичні характеристики часу затримки в (мс) для кожного протоколу маршрутизації в процесі максимального навантаження мережі, тобто відбувалась побудова маршрутів відносно збільшення кількості вузлів в мережі для побудови маршруту. Що відповідно корелює із зменшення пропускної швидкості в діапазоні {20...5} Мбіт/с. Із графіку видно, що протокол MAODV показує відносно кращий результат часу затримки при збільшенні навантаженні в мережі End-to-End Delay (мс) в середньому варіювалася в {40...120} мс, на відміну від DSDV \approx {40...165} мс, AODV \approx {46...179} мс, OLSR \approx {40...160} мс.

На графіку (рис. 4 Jitter (ms)) – зображено розподіл часу затримки між послідовністю переданих пакетів даних. Із графіку видно статистичний взаємозв'язок між пропускною здатністю та стандартним відхиленням часу затримки між доставкою пакетів даних. Також акцентується особливу увагу на момент максимальної пропускної швидкості в мережі. Відносно кращі результати в процесі моделювання мобільної мережі показали протоколи MAODV Jitter (мс) \approx {5...25}, та OLSR \approx {5...35} мс.

На графіку (рис. 4 Battery Drain (%)) – зображено розподіл процесу розряду батареї вузлів мережі у відсотковому співвідношенні для кожного протоколу. Із графіків видно що при зменшенні кількості абонентів розряд батареї збільшувався відповідно одні із кращих показників розподілу розряду батареї забезпечують протоколи MAODV та OLSR \approx {10...35} %.

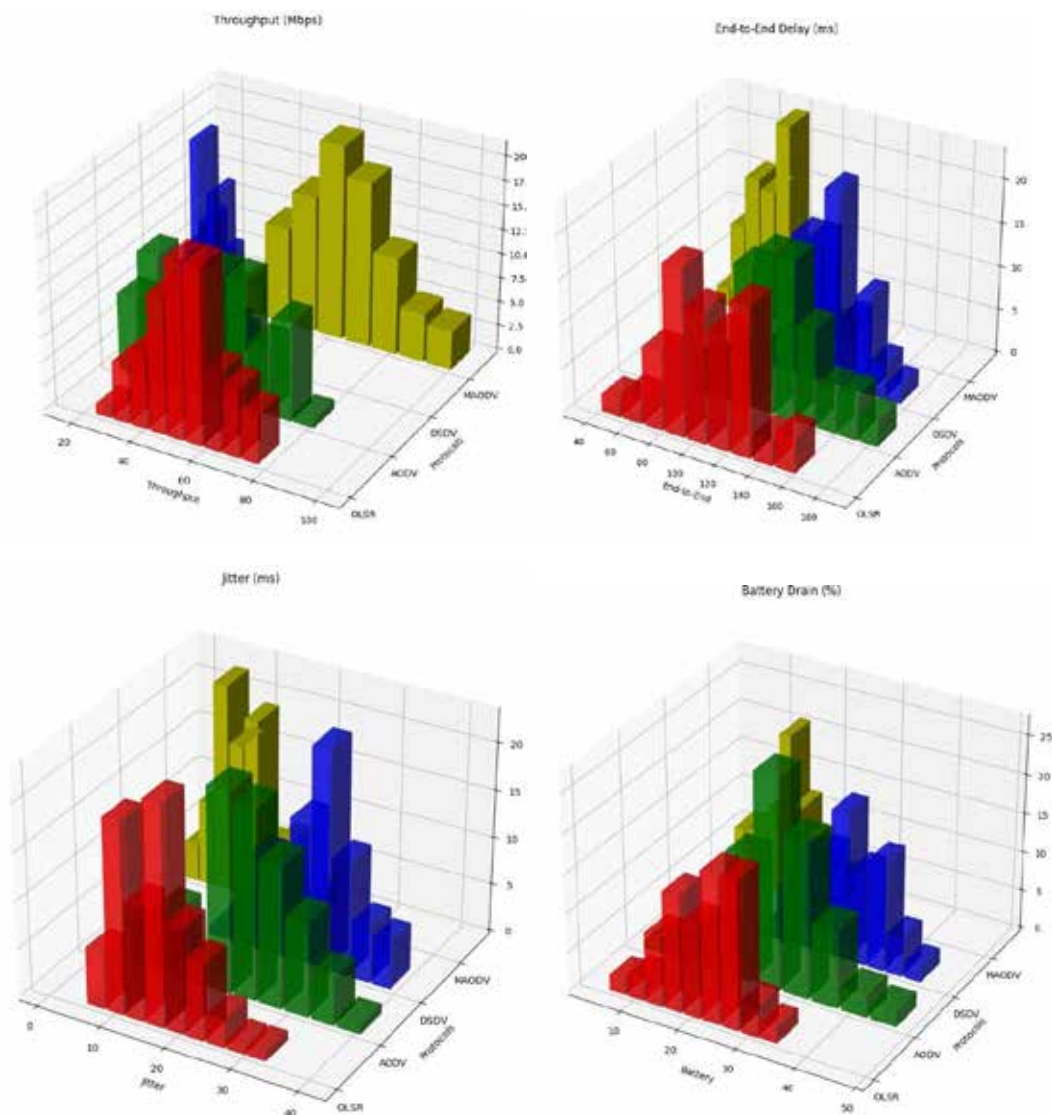


Рис. 4. Графіки оцінки ефективності (продуктивності) протоколів маршрутизації OLSR, AODV, DSDV, MAODV

Висновки

В результаті моделювання встановлено, що протоколи маршрутизації MAODV та OLSR показують кращу адаптивну здатність функціонування в умовах високої динаміки (зміни швидкості вузлів мережі) відносно інших розглянутих протоколів (AODV, DSDV) з точки зору ключових метрик (пропускна здатність, затримка, Jitter та процес розряду батареї).

Виявлено статистичний взаємозв'язок між пропускною здатністю та стандартним відхиленням часу затримки між доставкою пакетів даних, що може бути використано для подальшої оптимізації алгоритмів маршрутизації.

Також під час моделювання було отримано оцінку енергоефективності вузлів, показано, що протоколи MAODV та OLSR мають менший відсоток розряду батареї в порівнянні з іншими протоколами. Що може бути підґрунтям для прийняття рішення із вибору протоколу за критерієм максимального «часу життя» вузлів мережі.

Список використаної літератури

1. Hoebeke J., Moerman I., Demeester P. Adaptive routing for mobile ad hoc networks. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*. 2012. Vol. 2012, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/1687-1499-2012-126> (date of access: 17.09.2023).
2. MIKARIĆ B. Routing protocols in Mobile Ad-hoc Networks. *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*. 2020. Vol. 1, no. 8. P. 108–113. URL: <https://doi.org/10.15199/48.2020.08.21> (date of access: 17.09.2023).
3. Міночкін А.І., Романюк В. А. Маршрутизація в мобільних радіомережах – проблема і шляхи її вирішення. *Зв'язок*. 2006. № 7. С. 49–55.

4. Tepšić D. M., Veinović M. Đ. Classification of MANET routing protocols. *Vojnotehnicki glasnik*. 2015. Vol. 63, no. 1. P. 84–101. URL: <https://doi.org/10.5937/vojtehg63-5706> (date of access: 17.09.2023).
5. Mummadisetty B. C., Puri A., Latifi S. Performance Assessment of MANET Routing Protocols. *International Journal of Communications, Network and System Sciences*. 2015. Vol. 08, no. 11. P. 456–470. URL: <https://doi.org/10.4236/ijcns.2015.811041> (date of access: 17.09.2023).
6. PERFORMANCE ANALYSIS OF MANET ROUTING PROTOCOLS / I. A. Rasooly et al. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*. 2019. Vol. 04, no. 08. P. 356–361. URL: <https://doi.org/10.33564/ijeast.2019.v04i08.060> (date of access: 17.09.2023).
7. Беляков Р. О., Фесенко О. Д. Модель мобільності наземної комунікаційної мережі спеціального призначення. *COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION*. 2023. № 51. С. 130–138. DOI: [10.36910/6775-2524-0560-2023-51-17](https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-51-17).
8. Permatasari U. S., Widiyari I. R. Analisis Routing Protokol Optimized Link State Routing (OLSR) Pada Raspberry Pi. *AITI*. 2020. Vol. 16, no. 2. P. 151–164. URL: <https://doi.org/10.24246/aiti.v16i2.151-164> (date of access: 17.09.2023).
9. Kumar A., Hans R. Performance Analysis of DSDV, I-DSDV, OLSR, ZRP Proactive Routing Protocol in Mobile AdHoc Networks in IPv6. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2015. Vol. 77. P. 25–36. URL: <https://doi.org/10.14257/ijast.2015.77.03> (date of access: 17.09.2023).
10. Analysis of AODV Protocol in MANET / P. Pal et al. *International Journal of Computer Applications*. 2019. Vol. 177, no. 24. P. 1–6. URL: <https://doi.org/10.5120/ijca2019919691> (date of access: 17.09.2023).
11. Singh G., Dhir V. Performance Analysis of AODV and MAODV Protocol in Mobile ADHOC Networks. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*. 2018. Vol. 6, no. 12. P. 706–712. URL: <https://doi.org/10.26438/ijcse/v6i12.706712> (date of access: 17.09.2023).
12. Romaniuk V. A., Bieliakov R. O. Objective control functions of FANET communication nodes of Land-Air network. *COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION*. 2023. No. 50. P. 125–130. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-50-19>.

References

1. Hoebeke, J., Moerman, I., & Demeester, P. (2012). Adaptive routing for mobile ad hoc networks. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2012(1). <https://doi.org/10.1186/1687-1499-2012-126>
2. MIKARIĆ, B. (2020). Routing protocols in Mobile Ad-hoc Networks. *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY – ELECTROTECHNICAL INSPECTION*, 1(8), 108–113. <https://doi.org/10.15199/48.2020.08.21>
3. Romaniuk, V. A., & Minochkin, A. I. (2006). Marshrutyzatsiia v mobilnykh radiomerezhakh – problema i shliakhy yii vyrishennia [Routing in mobile radio networks is a problem and ways to solve it]. *Zviyazok – Communication*, (7), 49–55. [in Ukrainian]
4. Tepšić, D. M., & Veinović, M. Đ. (2015). Classification of MANET routing protocols. *Vojnotehnicki glasnik – Military and technical advice*, 63(1), 84–101. <https://doi.org/10.5937/vojtehg63-5706>
5. Mummadisetty, B. C., Puri, A., & Latifi, S. (2015). Performance Assessment of MANET Routing Protocols. *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, 08(11), 456–470. <https://doi.org/10.4236/ijcns.2015.811041>
6. Rasooly, I. A., Masood, F., Ullah Khan, A. W., Ziar, R. A., & Niazy, M. S. (2019). PERFORMANCE ANALYSIS OF MANET ROUTING PROTOCOLS. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 04(08), 356–361. <https://doi.org/10.33564/ijeast.2019.v04i08.060>
7. Bieliakov, R., & Fesenko, O. (2023). Model mobilnosti nazemnoi komunikatsiinoi merezhi spetsialnoho pryznachennia [Mobility model of a special purpose terrestrial communication network]. *COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION*, 51, 130–138. [in Ukrainian]
8. Permatasari, U. S., & Widiyari, I. R. (2020). Analisis Routing Protokol Optimized Link State Routing (OLSR) Pada Raspberry Pi. *AITI*, 16(2), 151–164. <https://doi.org/10.24246/aiti.v16i2.151-164>
9. Kumar, A., & Hans, R. (2015). Performance Analysis of DSDV, I-DSDV, OLSR, ZRP Proactive Routing Protocol in Mobile AdHoc Networks in IPv6. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 77, 25–36. <https://doi.org/10.14257/ijast.2015.77.03>
10. Pal, P., Sarkar, P., Deb, S., & Bhattacharya, G. (2019). Analysis of AODV Protocol in MANET. *International Journal of Computer Applications*, 177(24), 1–6. <https://doi.org/10.5120/ijca2019919691>
11. Singh, G., & Dhir, V. (2018). Performance Analysis of AODV and MAODV Protocol in Mobile ADHOC Networks. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 6(12), 706–712. <https://doi.org/10.26438/ijcse/v6i12.706712>
12. Romaniuk, V. A., & Bieliakov, R. O. (2023). Objective control functions of FANET communication nodes of land-air network. *COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION*, (50), 125–130. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-50-19>

О. О. БОСКІН

старший викладач кафедри програмних засобів і технологій
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-7391-0986

Н. В. КОРНІЛОВСЬКА

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-8331-8027

В. М. ПОЛІЩУК

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-8775-4977

Н. В. САРАФАННІКОВА

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0009-0006-6609-016X

БЕЗПЕКА ВЕБ-ДОДАТКІВ ТА ХАКЕРСЬКІ АТАКИ

Питання безпеки веб-додатків та захисту від хакерської атаки є дуже важливою в сучасному світі, оскільки зростає кількість веб-додатків, які містять вразливості та можуть стати об'єктом хакерських атак. Необхідно приділяти достатню увагу заходам безпеки, щоб захистити дані користувачів від небажаного доступу та зловмисного використання. У рамках даної статті було розглянуто основні види хакерських атак на веб-додатки, такі як SQL injection (SQLi), Cross-site scripting (XSS), Cross-site request forgery (CSRF), Server-side request forgery (SSRF) та файлові атаки, а також наведені приклади заходів захисту від кожного типу атак. З метою забезпечення безпеки веб-додатків необхідно дотримуватись принципів безпеки, використовувати надійні паролі, оновлювати програмне забезпечення, вести моніторинг веб-додатків та регулярно проводити аудит безпеки.

В статті проведено огляд, систематизація і узагальнення публікацій з питань принципів безпеки веб-додатків та найбільш загрозливих хакерських атак.

Наведено сучасні методики та підходи до моделювання загроз, які допомагають забезпечити безпеку веб-додатків. Розглянуті наступні методики моделювання: Threat Modeling, Security Testing, Risk Assessment, Penetration Testing, Security Audits, STRIDE, DREAD, VAST, PASTA, Trike, PTA (Penetration Testing and Assessment). На основі методик моделювання загроз запропоновано оновлені і вдосконалені основні принципи безпеки веб-додатків.

Метою даного дослідження є визначення основних принципів безпеки веб-додатків і виявлення найбільш поширених вразливостей, що допускають хакерські атаки, визначення засобів захисту від різних типів хакерських атак на веб-додатки. Основні результати дослідження. Здійснено уточнення основних принципів безпеки веб-додатків, запропоновані засоби захисту від різних типів хакерських атак на веб-додатки. Наукова новизна. Розроблено дієву методичну систему захисту від найбільш загрозливих хакерських атак.

Ключові слова: веб-додаток, хакерська атака, SQL injection, Cross-site scripting, Cross-site request forgery, Server-side request forgery, файлова атака.

О. О. BOSKIN

Senior Lecturer at the Software Tools and Technologies Department
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-7391-0986

N. V. KORNILOVSKA

Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor,
Associate Professor at the Informatics and Computer Sciences Department
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-833-8027

V. M. POLISHCHUK

Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor,
Associate Professor at the Automation, Robotics
and Mechatronics Department
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-8775-4977

N. V. SARAFANNIKOVA

Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor,
Associate Professor at the Automation, Robotics
and Mechatronics Department
Kherson National Technical University
ORCID: 0009-0006-6609-016X

WEB APPLICATION SECURITY AND HACKER ATTACKS

The issue of web application security and protection against hacker attacks is very important in the modern world, as the number of web applications that contain vulnerabilities and may become the target of hacker attacks is growing. It is necessary to pay sufficient attention to security measures to protect user data from unwanted access and malicious use. This article discusses the main types of hacker attacks on web applications, such as SQL injection (SQLi), Cross-site scripting (XSS), Cross-site request forgery (CSRF), Server-side request forgery (SSRF), and file attacks, and provides examples of protection measures against each type of attack. In order to ensure the security of web applications, it is necessary to adhere to security principles, use strong passwords, update software, monitor web applications, and conduct regular security audits.

The article reviews, systematizes and summarizes publications on the principles of web application security and the most threatening hacker attacks.

Modern methodologies over and going are brought near the design of threats that help to provide safety of web applications. Considered next methodologies of design : Threat Modeling, Security Testing, Risk Assessment, Penetration Testing, Security Audits, STRIDE, DREAD, VAST, PASTA, Trike, PTA (Penetration Testing and of Assessment). On the basis of methodologies the design of threats is offered the renewed and improved basic principles of safety of web-additions.

The goal of this research is to define the basic principles of web application security and identify the most common vulnerabilities that allow hacker attacks, as well as to determine the means of protection against various types of hacker attacks on web applications. The main results of the research. The basic principles of web application security have been clarified, and means of protection against various types of hacker attacks on web applications have been proposed. Scientific novelty. An effective methodological system of protection against the most threatening hacker attacks has been developed.

Key words: *web application, hacker attack, SQL injection, Cross-site scripting, Cross-site request forgery, Server-side request forgery, file attack.*

Постановка проблеми

У сучасному світі, наповненому технологіями, веб-програми завжди доступні для широкого загалу, на сьогоднішній день важко знайти організацію, підприємство, бізнес, які б не мали власного веб-ресурсу, або не використовували інтернет технології. На відміну від внутрішніх мережових програм, веб-браузер доступний для всіх користувачів, які мають підключення до інтернету, і для зловмисників теж.

Розробники, на жаль, зазвичай не звертають увагу на принципи захисту веб-додатків. Команди здебільшого настільки зосереджені на функціональних аспектах проекту, таких, як кодування, графічний дизайн і зручність використання, що вони забувають витратити час на те, щоб переконатися, що він функціонує стабільно та безпечно.

З кожним роком зростає кількість атак на веб-сайти. На жаль, не існує точних статистичних даних про кількість атак на веб-додатки за кожен окремий рік, оскільки ці дані зазвичай не є загальнодоступними. Статистику кібератак надають лише конкретні організації або вендори з метою власного аналізу та забезпечення безпеки своїх продуктів. Однак, деякі дослідження та звіти інформують про загальну тенденцію зростання кількості атак на веб-додатки в цілому.

Так, за даними звіту Verizon Data Breach Investigations Report 2021, атаки на веб-додатки були причиною 39% усіх кіберінцидентів, що були досліджені в 2020 році. Звіт також вказує, що використання атак на веб-додатки зросло з 20% в 2019 році до 27% у 2020 році.

Іншим джерелом є звіт Akamai Technologies про стан безпеки в Інтернеті, опублікований у 2021 році. Звіт стверджує, що атаки на веб-додатки залишаються однією з основних загроз для організацій, зокрема, було зафіксовано зростання кількості SQL-ін'єкцій на 57% в порівнянні з 2019 роком.

Загалом, ці дані підтверджують те, що атаки на веб-додатки залишаються найбільшою і серйозною загрозою для безпеки в Інтернеті та вимагають постійного моніторингу та заходів забезпечення безпеки.

Сайт практично кожної компанії зберігає та обробляє персональні дані користувачів, конфіденційну інформацію, реалізує прийом онлайн-платежів, і власники веб-ресурсів часто навіть не замислюються про те, що безпека веб-проекту постійно перебуває під загрозою. Навіть якщо крадіжка даних або порушення роботи сайту не є метою злочину, то у кіберзлочинців існують також інші причини для цього – розсилання спаму або тимчасове використання веб-сервера для зберігання файлів (часто нелегального змісту).

Кіберзлочинці виконують зломи спеціально записаними автоматизованими скриптами. Вони моніторять інтернет у спробі зламати сайти, які мають відомі вразливості у програмному забезпеченні веб-додатків.

Виходячи з цього набуває актуальності питання визначення основних принципів безпеки веб-додатків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Gary McGraw [1] детально розглядає проблему безпеки програмного забезпечення в цілому, включаючи безпеку веб-додатків, досліджує основні принципи безпеки веб-додатків, в тому числі такі питання, як ідентифікація загроз, захист від атак, захист від перехоплення та підробки даних, керування доступом, захист від зловживань та інше. Автор пропонує конкретні практичні поради та рекомендації щодо захисту веб-додатків від потенційних загроз та атак, а також описує інструменти та методи, які можуть допомогти розробникам створити безпечні веб-додатки. Наводить приклади та ілюстрації, що допомагають зрозуміти складні концепції та принципи безпеки веб-додатків.

Gary McGraw [2] висвітлює принципи безпеки веб-додатків з точки зору проектування, розробки та тестування програмного забезпечення. Пропонує широкий огляд безпекових загроз, які стосуються веб-додатків, включаючи атаки на рівні входу даних, вразливості, пов'язані з безпекою сеансу, а також атаки на сервер. В [3] надає рекомендації та кроки, які повинні бути виконані для підвищення безпеки веб-додатків, включаючи використання захисту від перехоплення, збереження безпеки паролів та забезпечення контролю доступу. Висвітлює принцип захисту від хибного введення даних та використання валідації введених даних. Автор надає рекомендації щодо безпеки веб-сервісів та використання безпечних методів передачі даних, таких як HTTPS та SSL / TLS. Також автор описує методології для розробки безпечних веб-додатків, такі як Secure Development Lifecycle (SDL), та висвітлює важливість забезпечення безпеки під час процесу розробки та тестування програмного забезпечення.

Howard та LeBlanc [4, 5] досліджують принципи безпеки програмного забезпечення, зокрема веб-додатків. Вони описують різні види загроз безпеці веб-додатків та методи їх захисту. Надають поради щодо безпеки при розробці веб-додатків, включаючи використання безпечних методів автентифікації та авторизації, валідацію введених даних, управління сесіями, захист від SQL Injection та Cross-Site Scripting атак, і багато іншого. Наводять приклади коду та практичні поради щодо тестування безпеки веб-додатків.

Джерело [6] є докладним посібником для хакерів та професіоналів з безпеки веб-додатків для виявлення та експлуатації вразливостей. Автори пропонують розглядати веб-додатки як системи, що мають певний рівень безпеки, але також мають певні слабкі місця, які можна використовувати для атак. Описано різні типи атак, такі як SQL injection, Cross-site scripting (XSS), CSRF, а також техніки експлуатації вразливостей. Автори надають знання та навички, необхідні для здійснення успішних атак на веб-додатки. Крім опису технік атак, висвітлено основні принципи безпеки веб-додатків, такі як захист від SQL injection, захист від XSS та CSRF. Автори підкреслюють важливість врахування аспектів безпеки веб-додатків ще на етапі їх розробки та тестування. Крім того, автори надають поради щодо виявлення та виправлення вразливостей, а також процесу здійснення пенетраційного тестування для оцінки рівня безпеки веб-додатків.

Adam Shostack [7] описує, як виконувати моделювання загроз для веб-додатків, щоб забезпечити їх безпеку. Автор наголошує на важливості врахування аспектів безпеки на ранніх етапах розробки веб-додатків, що дозволяє виявляти та виправляти потенційні проблеми безпеки на етапі проектування. Описує різні методики та підходи до моделювання загроз, а також надає поради та рекомендації щодо визначення ризиків та застосування відповідних контрмір для забезпечення безпеки веб-додатків. детально розглядаються основні принципи безпеки веб-додатків, такі як автентифікація, авторизація, шифрування даних та інші.

Chris Easttom [8] розглядає основні загрози, які можуть стати викликом для безпеки веб-додатків, такі як вразливості, що дозволяють виконання коду на віддаленому сервері, SQL-ін'єкції, атаки на автентифікацію та авторизацію, а також вразливості Cross-Site Scripting і Cross-Site Request Forgery. Для кожної з цих загроз автор розглядає причини виникнення, можливі наслідки для безпеки веб-додатків та запропоновані методи захисту від них. Крім того, автор розглядає принципи безпеки веб-додатків, такі як зменшення атакованої поверхні, забезпечення безпеки на всіх рівнях стеку веб-додатків.

Формулювання мети дослідження

Визначення основних принципів безпеки веб-додатків і виявлення найбільш поширених вразливостей, що допускають хакерські атаки, визначення засобів захисту від різних типів хакерських атак на веб-додатки.

Виклад матеріалу дослідження

Моделювання загроз – це процес ідентифікації потенційних загроз безпеці в системі, програмному забезпеченні або мережі з метою визначення вразливостей та вирішення проблем безпеки. Деякі методики та підходи до моделювання загроз, які допомагають забезпечити безпеку веб-додатків [1–3, 7, 9, 10]:

Threat Modeling: Threat modeling є однією з найбільш відомих методик моделювання загроз, в основі якої лежить ідентифікація потенційних загроз для системи, аналіз вразливостей та розробка стратегії зниження ризику. У цій методиці використовуються різні інструменти, наприклад, діаграми, таблиці, документація та інші інструменти для оцінки загроз.

Security Testing: Security testing є процесом виявлення вразливостей та потенційних загроз безпеці програмного забезпечення. Цей процес може включати в себе тестування на проникнення, тестування на злам та інші методи тестування безпеки.

Risk Assessment: Risk assessment включає в себе процес ідентифікації та аналізу загроз безпеці, оцінку ризиків та розробку стратегій зниження ризику. У цьому процесі використовуються різні інструменти, такі як аналіз SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – методика стратегічного планування, яка дозволяє оцінити сильні і слабкі сторони, можливості і загрози), аналіз потенційних причин виникнення проблем та інші методи.

Penetration Testing: Penetration testing є процесом активного виявлення вразливостей та потенційних загроз безпеці за допомогою симуляції атак на систему. Цей процес дозволяє виявити потенційні проблеми безпеки та розробити стратегії зниження ризику.

Security Audits: Security audits є процесом оцінки безпеки системи, мережі або програмного забезпечення на відповідність стандартам безпеки. Цей підхід дозволяє оцінити наявні безпекові проблеми, виявити потенційні вразливості та розробити план заходів з їх вирішення. До основних переваг security audit належать зниження ризику втрати даних, підвищення надійності системи, зменшення витрат на відновлення після атаки та забезпечення дотримання стандартів безпеки.

STRIDE: Цей підхід розроблений компанією Microsoft і включає 6 категорій загроз, які можуть виникнути у веб-додатках: виконання небезпечних операцій (Spoofing), підробка (Tampering), вставка коду (Repudiation), розголошення конфіденційної інформації (Information Disclosure), використання (Denial of Service) та підміна (Elevation of Privilege).

DREAD: Ця методика розглядає п'ять факторів, що впливають на загрози: Поширеність (Damage potential), Вплив на бізнес (Reproducibility), Вплив на відповідальність (Exploitability), Залежність від вразливості (Affected users), Частота виникнення (Discoverability).

VAST: Цей підхід використовується для виявлення і моделювання загроз шляхом проведення віртуальних атак на веб-додаток. Цей метод включає кілька етапів: виявлення векторів атак, сканування портів, сканування служб, визначення вразливостей і експлоїтів, а також отримання доступу до системи.

PASTA: Цей підхід включає в себе п'ять етапів: Підготовчий аналіз (Preparation), Аналіз загроз (Threat modeling), Оцінка ризиків (Risk assessment), Розробка заходів забезпечення безпеки (Security design), Відстеження (Tracking).

Trike: Цей підхід включає в себе три етапи: розробка архітектури, оцінка загроз та вибір заходів забезпечення безпеки.

PTA (Penetration Testing and Assessment): Це підхід, який включає проведення тестування на проникнення з метою виявлення вразливостей в веб-додатках. Цей підхід використовує різні техніки тестування, включаючи сканування портів, сканування вразливостей, тестування на стійкість до атак, аналіз захисту від SQL-ін'єкції, XSS, CSRF та інших типів атак.

На основі методик моделювання загроз можна запропонувати наступні основні принципи безпеки веб-додатків:

1. Автентифікація: вимагати від користувачів введення ідентифікаторів та паролів для доступу до захищеної інформації.

2. Авторизація: забезпечення правильного рівня доступу до захищених ресурсів, щоб забезпечити конфіденційність та цілісність інформації.

3. Захист від SQL-ін'єкцій: запобігання виконанню небажаних запитів до бази даних, що можуть привести до руйнування даних.

4. Захист від міжсайтових скриптів: запобігання виконанню небажаних скриптів, які можуть зламати безпеку веб-сторінки.

5. Захист від переповнення буфера: запобігання збоїв, які можуть виникнути, коли ввід забезпечується даними більше, ніж максимально допустима кількість.

6. Захист від вразливостей, пов'язаних з файловою системою: запобігання доступу до конфіденційних даних, які можуть бути збережені в файловій системі веб-сервера.

7. Захист від атак з використанням перехоплення сесії: запобігання доступу до конфіденційної інформації шляхом перехоплення сесії користувача.

8. Захист від атак з використанням підроблення ідентифікатора: запобігання доступу до захищеної інформації шляхом підроблення ідентифікаторів користувача.

9. Захист від атак з використанням «вимагання пам'яті»: запобігання доступу до конфіденційних даних шляхом примушення збоїв у пам'яті веб-додатку.

10. Захист від атак з використанням перехоплення куки: використання HTTPS: через захист від CSRF (Cross-Site Request Forgery) та захист від XSS (Cross-Site Scripting).

11. Використання криптографії для захисту даних, переданих між користувачем і сервером. Це включає в себе використання протоколів шифрування, таких як SSL/TLS, та застосування стійких алгоритмів шифрування.

12. Регулярне оновлення програмного забезпечення, в тому числі веб-серверів, баз даних, фреймворків та інших компонентів веб-додатків, щоб уникнути використання вразливостей, які вже були виправлені.

13. Відключення або обмеження доступу до функцій, які не використовуються в додатку, таких як виконання системних команд, виконання файлів на сервері та інші.

14. Використання відповідних правил контролю доступу для обмеження доступу користувачів до конфіденційної інформації та функцій додатку.

15. Використання систем моніторингу та реєстрації подій, які дозволяють виявляти та реагувати на некоректну роботу додатку, а також на підозрілу активність.

16. Використання систем резервного копіювання, щоб забезпечити можливість відновлення додатку у разі втрати даних або інших негативних наслідків.

17. Розуміння та дотримання відповідних правил та законодавства, пов'язаного з захистом даних користувачів, таких як Закон про захист персональних даних.

Хакерські атаки на веб-додатки можна класифікувати за різними критеріями, наприклад, за типом атаки, використовуваним вразливостям, метою атаки тощо. Наведемо найбільш поширені типи атак на веб-додатки:

1. SQL injection – це атака, коли хакер вставляє SQL-код в веб-форми, щоб отримати доступ до бази даних, або змінити, видалити або додати дані. SQL-ін'єкції можуть бути дуже шкідливими для веб-додатків, оскільки вони можуть дозволити хакеру виконувати будь-які дії з базою даних, навіть виконання команд на сервері (рис. 1).

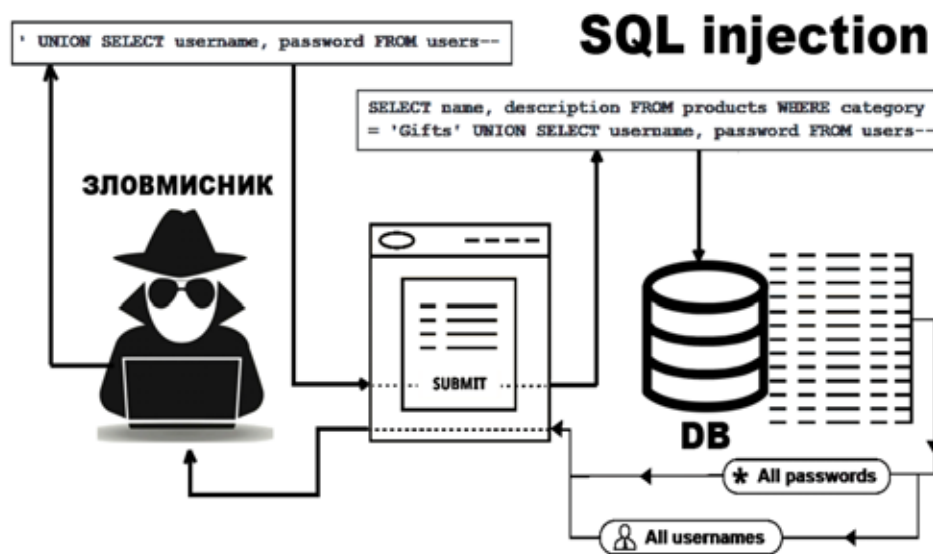


Рис. 1. Атака SQL injection

Основним принципом атаки SQLi є використання недостатньо фільтрованого вводу користувача, що дозволяє зловмиснику вставляти в SQL-запит шкідливий код. Наприклад, якщо веб-додаток використовує запит типу `"SELECT * FROM users WHERE username = 'input'"`, зловмисник може вводити значення, які містять шкідливий SQL-код, наприклад, `"' OR 1=1; --"`. В цьому випадку весь запит стає `"SELECT * FROM users WHERE username = ' OR 1=1; --"`, що дозволяє зловмиснику отримати доступ до всіх записів в таблиці users.

2. Cross-site scripting – це атака, при якій хакер вставляє скрипти в веб-сторінки, щоб отримати доступ до даних користувачів, які переглядають сторінки. Ця атака може дозволити хакеру виконувати будь-які дії від імені користувача, включаючи крадіжку паролів та іншої конфіденційної інформації.

Cross-site scripting є однією з найбільш поширених хакерських атак на веб-додатки. XSS полягає в тому, що зловмисники вбудовують скрипти в веб-сторінки, які відображаються для інших користувачів (рис. 2).

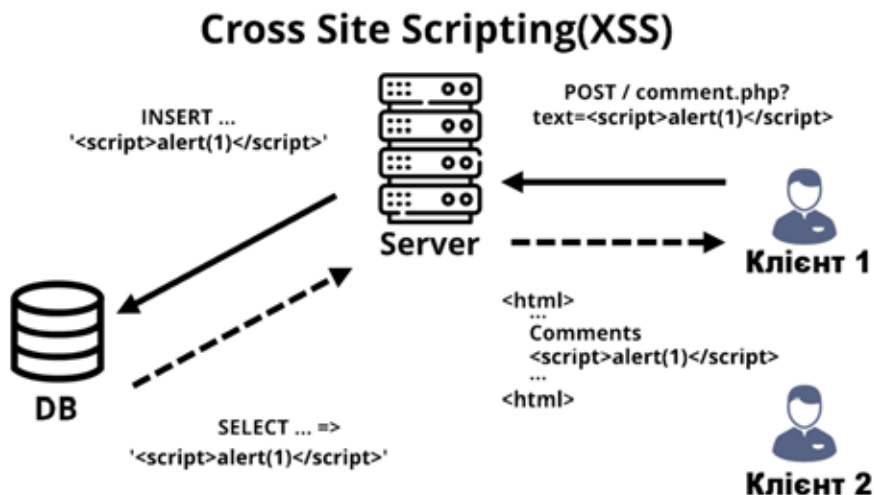


Рис. 2. Атака Cross-site scripting

Наприклад, зловмисники можуть вбудувати скрипт, який виконує певну дію, наприклад, крадіжку куки або паролів користувачів, коли інший користувач відкриває відповідну веб-сторінку. За допомогою XSS-атак зловмисники можуть також перенаправляти користувачів на інші веб-сторінки, що містять шкідливий вміст.

Основні типи XSS-атак:

- збільшення вразливості введення даних: зловмисники вставляють скрипти в форми, поля для введення даних або параметри URL-адреси веб-сторінки;
- XSS за допомогою відображення даних: зловмисники вставляють скрипти в коментарі, повідомлення чи інші відображувані дані на веб-сторінці;
- розширення URL-адреси: зловмисники додають до URL-адреси скрипти, які виконуються, коли користувач переходить за відповідним посиланням.

3. Cross-site request forgery – це атака, при якій хакер використовує веб-сторінки, щоб змусити користувачів виконувати дії, які вони не хочуть виконувати. Наприклад, хакер може відправити електронний лист з посиланням, що виконує певну дію, таку як відправка грошей з банківського рахунку, якщо користувач натисне на посилання (рис. 3).

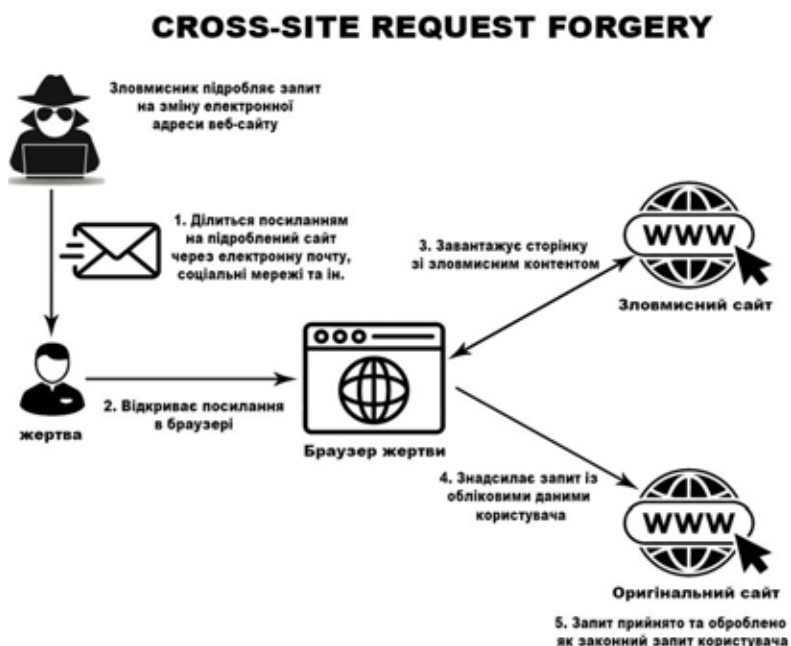


Рис. 3. Атака Cross-site request forgery

Основна ідея атаки полягає в тому, що зловмисник змушує авторизованого користувача перейти на підроблену сторінку, де за допомогою скрипту відправляється запит на сервер з підробленими параметрами. Якщо на сервері немає достатньої перевірки запитів, то він може виконати небажану дію без попередньої авторизації користувача, наприклад, відправити команду на видалення або зміну даних.

Приклад: зловмисник створює підроблену сторінку, що містить форму з внутрішнім командним кодом для видалення даних. Він надсилає посилання на цю сторінку авторизованому користувачеві в листі електронної пошти або через повідомлення в соціальній мережі. Якщо користувач перейде за цим посиланням, то його запит буде виконаний на сервері, і відбудеться видалення даних без попередньої авторизації користувача.

4. Server-side request forgery – це атака, коли хакер використовує вразливість веб-додатку, щоб змусити сервер виконувати запити до інших ресурсів в мережі, таких як бази даних, файлові системи або інші веб-сервери. Наприклад, нападник може використовувати сервер, щоб скопіювати або видалити дані зі стороннього сервера або виконати шкідливий код на іншому сервері (рис. 4).

Один з основних прикладів атаки SSRF полягає в тому, що зловмисник використовує вразливість на веб-сайті для відправки запиту до внутрішньої мережі організації. Наприклад, зловмисник може використовувати адресу IP внутрішньої мережі, яку він дізнався під час перегляду заголовків відповіді попереднього запиту до сервера. Після цього зловмисник може надіслати запит на внутрішній сервер з використанням цієї адреси IP, що дозволить йому виконати дії, такі як отримання конфіденційних даних або знищення внутрішніх ресурсів.

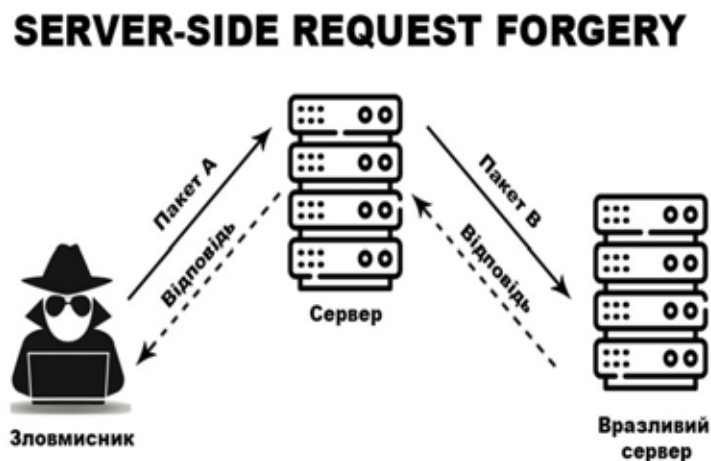


Рис. 4. Атака Server-side request forgery

Одним з методів захисту від атаки SSRF є перевірка вхідних даних та параметрів запитів на вміст небезпечних URL-адрес. Також може бути використана блокування доступу до внутрішньої мережі з зовнішнього сервера.

5. Файлові атаки – це атаки, коли хакер використовує вразливість веб-додатку, щоб завантажити зловмисний файл на сервер або змінити існуючі файли. Ці атаки можуть бути особливо небезпечними, якщо зловмисний файл містить шкідливий код,

Одним з прикладів файлової атаки, яка використовує вразливості в програмному забезпеченні, є атака на файловою системою сервера. Хакер може використовувати вразливості в програмному забезпеченні, такі як недостатні перевірки на введення даних або вразливості в сторонніх бібліотеках, щоб виконати код на сервері та отримати доступ до файлів, які повинні бути захищені.

Наприклад, якщо веб-додаток має вразливість, яка дозволяє хакеру виконати довільний код на сервері, то хакер може виконати команду, яка зчитує файли з сервера та надсилає їх на зловмисний сервер. Хакер може також змінювати файли на сервері, що може призвести до руйнування даних або порушення конфіденційності даних.

Пропонуємо засоби захисту від різних типів хакерських атак на веб-додатки.

1. Для захисту від SQL injection можна застосовувати наступні методи:

- використовувати підготовлені запити (Prepared Statements): це дозволяє попередньо компілювати запити і забезпечує захист від впливу введеного користувачем SQL-коду;
- використовувати змінні в запитах: замість жорстко заданого SQL-коду динамічно формувати запит з використанням змінних;
- використовувати фільтрацію введення користувача: перевіряти введення користувача на наявність SQL-коду та використовувати фільтри для очищення даних перед виконанням запиту;
- обмежувати права доступу користувачів до бази даних: це дозволить зменшити можливість впливу SQL-ін'єкції на базу даних;

– оновлювати ПЗ та застосовувати патчі: це дозволяє закрити вразливості, які можуть бути використані зловмисниками для здійснення атак.

– використовувати відповідні бібліотеки та фреймворки: вони містять вбудовані механізми захисту від SQL-ін'єкцій, які допомагають запобігти атакам.

2. Пропонуємо наступні методи захисту від Cross-site scripting:

– валідація даних на вході: перевірка введеного користувачем тексту на наявність потенційно небезпечних символів і забезпечення його безпечності до передачі на сервер;

– екранування символів: заміна потенційно небезпечних символів на безпечні еквіваленти, які не будуть інтерпретовані браузером як код;

– використання Content Security Policy (CSP): це механізм безпеки, який дозволяє обмежити джерела контенту, які можуть бути завантажені на сторінку, заборонити виконання скриптів з певних джерел;

– використання HTTP-only куки: дозволяє заборонити доступ до куки з JavaScript, що зменшує ризик XSS-атак, пов'язаних зі зловживанням куки;

– обмеження введення користувача: налаштування обмежень для довжини введеного користувачем тексту та його формату, а також використання інших методів перевірки на коректність введення даних.

3. Для захисту від Cross-site request forgery рекомендуємо виконувати такі заходи:

– використовувати механізм захисту від CSRF, якщо він доступний у веб-фреймворку, який використовується для розробки веб-додатку;

– використовувати токени випадкової генерації, які прив'язані до конкретного користувача або сесії, і включати їх у форми та запити, які містять дії, які можуть змінити стан додатку;

– використовувати HTTP-заголовок Referer для перевірки того, що запити приходять зі сторінок, які належать до певного веб-сайту. Проте, цей метод може бути ненадійним, оскільки заголовок Referer може бути змінений або відсутнім у запиті;

– не використовувати метод GET для здійснення дій, які можуть змінити стан додатку, такі як видалення або редагування даних. Замість цього, використовувати метод POST або PUT, який дозволяє включати токени в запити;

– не зберігати конфіденційну інформацію в куки або в GET-запитах, оскільки ці дані можуть бути підмінені при атаках CSRF. Використовувати метод POST для відправки конфіденційної інформації на сервер.

4. Пропонуємо основні заходи для захисту від SSRF:

– обмеження доступу до внутрішніх ресурсів: налаштування файрвола та мережевих налаштувань для забезпечення обмеження доступу до внутрішніх ресурсів, таких як бази даних, сервіси та інші сервіси;

– перевірка вхідних даних: перевірка вхідних даних, що надходять від користувача на наявність даних, які вказують на внутрішні ресурси, та відхилення запитів, що містять небезпечні дані;

– використання білого списку: використання білого списку для вказівки дозволених адрес віддалених серверів, з яких можуть бути здійснені запити;

– використання технологій безпеки: використання технологій безпеки, таких як Content Security Policy (CSP) та Subresource Integrity (SRI), для забезпечення контролю та перевірки вмісту, що завантажується з зовнішніх джерел;

– налаштування прав доступу: налаштування прав доступу на серверах та інші налаштування, що дозволяють обмежити можливість здійснення запитів на внутрішні ресурси;

– регулярні оновлення програмного забезпечення: регулярні оновлення програмного забезпечення, що використовується, включаючи серверну та клієнтську частини, для усунення виявлених вразливостей.

5. Для захисту від файлових атак рекомендуємо дотримуватись наступних засад:

– заборона виконання виконуваних файлів на сервері, які знаходяться поза директорією веб-сайту;

– відключення виконання PHP-файлів у директоріях, які не призначені для виконання скриптів;

– заборона віддаленого виконання коду (remote code execution) через веб-додатки;

– перевірка типів файлів, які користувач може завантажувати на веб-сайт;

– перевірка дозволів на завантаження файлів на сервер, заборона завантаження виконуваних файлів та обмеження розміру завантажуваного файлу;

– використання надійних методів шифрування для передачі файлів на сервер, таких як SSL;

– регулярне оновлення програмного забезпечення та встановлення патчів для усунення виявлених вразливостей.

Висновки

У зв'язку зі зростаючим попитом на веб-додатки та залежністю функціонування багатьох систем від них, безпека веб-додатків стала надзвичайно важливою та актуальною. Хакерські атаки на веб-додатки можуть відкрити доступ до конфіденційної інформації, зламати роботу додатка або навіть спричинити виток даних. Для запобігання цим атакам необхідно застосовувати різні техніки та практики безпеки веб-додатків.

До основних хакерських атак на веб-додатки відносяться SQL injection, Cross-site scripting, Cross-site request forgery, Server-side request forgery, а також різні види файлових атак. Кожна з цих атак має свої характеристики та методи захисту.

Основні принципи безпеки веб-додатків включають захист від атак на вході та виході, валідацію вхідних даних, обмеження доступу до ресурсів та використання шифрування. Для захисту від конкретних хакерських атак, таких як SQLi, XSS, CSRF та SSRF, необхідно використовувати спеціальні техніки та інструменти.

Для забезпечення безпеки веб-додатків також необхідно постійно оновлювати програмне забезпечення, використовувати складні паролі та двофакторну автентифікацію, робити резервні копії даних та запроваджувати регулярні аудити безпеки.

Список використаної літератури

1. McGraw, G. *Software security: Building security in*. Addison-Wesley Professional, 1st edition, 2006. 396 p.
2. McGraw, G. *Software security: Building security in*. Addison-Wesley Professional, 2nd edition 2018. 528 p.
3. John Viega, Gary R. McGraw. *Building Secure Software*. Addison-Wesley Professional. 2002. 528 p.
4. Michael Howard, David LeBlanc. *Writing secure code (Vol. 19)*. Microsoft Press, 2002. 608 p.
5. Michael Howard, David LeBlanc & John Viega. *19 Deadly Sins of Software Development*. New York, NY: McGraw-Hill, 2005. 348 p.
6. Stuttard, D., & Pinto, M. *The web application hacker's handbook: Finding and exploiting security flaws*. John Wiley & Sons, 2016. 912 p.
7. Shostack, A. *Threat modeling: designing for security*. John Wiley & Sons, 2014. 624 p.
8. Easttom, C. *Computer security fundamentals (3rd ed.)*. Pearson, 2016. 448 p.
9. Mark Dowd, John McDonald, & Justin Schuh. *The Art of Software Security Assessment: Identifying and Preventing Software Vulnerabilities*. Addison-Wesley Professional, 2006. 1200 p.
10. Eric Byres. *Threat Modeling: Uncover Security Design Flaws Using the STRIDE Approach*. Addison-Wesley Professional, 2014. 232 p.
11. Douglas Craig. *Security Web Applications*. O'Reilly Media, 2007. 296 p.
12. Bass, T., Clements, P., & Kazman, R. *Software architecture in practice (3rd ed.)*. Addison-Wesley Professional, 2015. 624 p.
13. Felt, A. P., Finifter, M., Chin, E., Hanna, S., & Wagner, D. A survey of web security research. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 6(3), 2011. p. 1-17. DOI: 10.1109/TIFS.2011.2118713
14. Ristic, I. *Bulletproof SSL and TLS: Understanding and deploying SSL/TLS and PKI to secure servers and web applications*. Feisty Duck, 2013. 400 p.
15. Stamper, R. *Information security: principles and practice*. John Wiley & Sons, 2005. 488 p.
16. Mitchell, R. *Web penetration testing with kali linux: Discover the power of Kali Linux, one of the most popular tools for penetration testing, using real-world scenarios*. Packt Publishing Ltd., 2019. 488 p.
17. Westrum, E. F. *Secure software design*. Auerbach Publications, 2016. 318 p.
18. Florêncio, D., Herley, C., & van Oorschot, P. C. Passwords and the evolution of imperfect authentication. *Communications of the ACM*, 57(9), 2014. p. 78-87. DOI: 10.1145/2643132.2643136
19. Matt Bishop. *Computer security: art and science*. Addison-Wesley Professional, 2003. 1132 p.

References

1. McGraw, G. (2006). *Software security: Building security in*. Addison-Wesley Professional, 1st edition.
2. McGraw, G. (2018). *Software security: Building security in*. Addison-Wesley Professional, 2nd edition.
3. Viega, J., & McGraw, G. (2002). *Building Secure Software*. Addison-Wesley Professional.
4. Howard, M., & LeBlanc, D. (2002). *Writing secure code (Vol. 19)*. Microsoft Press.
5. Howard, M., LeBlanc, D., & Viega, J. (2005). *19 Deadly Sins of Software Development*. New York, NY: McGraw-Hill.
6. Stuttard, D., & Pinto, M. (2016). *The web application hacker's handbook: Finding and exploiting security flaws*. John Wiley & Sons.
7. Shostack, A. (2014). *Threat modeling: designing for security*. John Wiley & Sons.
8. Easttom, C. (2016). *Computer security fundamentals (3rd ed.)*. Pearson.
9. Dowd, M., McDonald, J., & Schuh, J. (2006). *The Art of Software Security Assessment: Identifying and Preventing Software Vulnerabilities*. Addison-Wesley Professional.
10. Byres, E. (2014). *Threat Modeling: Uncover Security Design Flaws Using the STRIDE Approach*. Addison-Wesley Professional.
11. Craig, D. (2007). *Security Web Applications*. O'Reilly Media.

12. Bass, T., Clements, P., & Kazman, R. (2015). *Software architecture in practice (3rd ed.)*. Addison-Wesley Professional.
13. Felt, A. P., Finifter, M., Chin, E., Hanna, S., & Wagner, D. (2011). A survey of web security research. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 6(3), 1-17. DOI: 10.1109/TIFS.2011.2118713
14. Ristic, I. (2013). *Bulletproof SSL and TLS: Understanding and deploying SSL/TLS and PKI to secure servers and web applications*. Feisty Duck.
15. Stamper, R. (2005). *Information security: principles and practice*. John Wiley & Sons.
16. Mitchell, R. (2019). *Web penetration testing with kali linux: Discover the power of Kali Linux, one of the most popular tools for penetration testing, using real-world scenarios*. Packt Publishing Ltd.
17. Westrum, E. F. (2016). *Secure software design*. Auerbach Publications.
18. Florêncio, D., Herley, C., & van Oorschot, P. C. (2014). Passwords and the evolution of imperfect authentication. *Communications of the ACM*, 57(9), 78-87. DOI: 10.1145/2643132.2643136
19. Matt Bishop. (2003). *Computer security: art and science*. Addison-Wesley Professional.

П. В. БУРЧАК

аспірант кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: 0000-0002-5939-4484

Л. М. ОЛЕЩЕНКО

кандидат технічних наук,
доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: 0000-0001-9908-7422

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБДОДАТКУ В ЕКОСИСТЕМІ ФРЕЙМВОРКУ REACT

У статті розглянуто наявні методи підвищення продуктивності вебдодатку в екосистемі фреймворку React, їх переваги та недоліки, зокрема, використання React.memo, PureComponent, shouldComponentUpdate, Lazy Loading, Code Splitting та мемоізації селекторів. Запропоновано оптимізований метод, який дозволяє скоротити час виконання програми в середньому на 17%. Основна ідея запропонованого методу полягає в розділенні стану даних вебдодатку на атомарні фрагменти. Кожна сутність має свій власний фрагмент стану, що ізолює його від інших. Ці фрагменти використовуються React Context API для передачі конфігурації сутності, включаючи дані та функції для її зміни. Context API використовується для забезпечення обробки усієї програми. Стан розділяється на атомарні фрагменти, що дозволяє реалізувати їх ізоляцію. За допомогою функції hook отримуються доступ до цих фрагментів та їх зміни. Компоненти, які використовують цей метод, автоматично реагують на зміни стану і оновлюються, якщо стан змінився. Головною перевагою такого підходу є можливість використання технології замикання та передавання функції обробників стану. Запропонований метод базується на підході, який було запозичено з бібліотеки Recoil. Цей підхід є схожим на стандартні функції-хуки у фреймворку React, для якого було розроблено запропонований метод. Було використано переваги та недоліки використання популярних бібліотек для керування станом у вебдодатках. Метою модифікації було уникнення надмірних операцій, коли поточний та новий стани не відрізняються, покращення продуктивності при додаванні великої кількості елементів та забезпечення можливості використання схожих частин коду багаторазово. Особливу увагу приділено проблемі надмірних операцій, які виникають, коли всі компоненти, що підписані на зміну стану, автоматично оновлюються, навіть якщо самі значення стану не змінилися. Додано можливість перевірки рівності станів перед їх оновленням, що дозволяє заощадити ресурси та зберегти продуктивність. Також реалізовано спрощено роботу з функціями зміни стану, щоб їх можна було знову використовувати без повторення коду.

Ключові слова: методи підвищення продуктивності вебдодатків, екосистема фреймворку React, Context API, PureComponent, React.memo, shouldComponentUpdate, Redux, Recoil, Lazy Loading, Code Splitting, мемоізація селекторів, концепція керування станом.

P. V. BURCHAK

Postgraduate Student at the Computer Systems Software Department
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
ORCID: 0000-0002-5939-4484

L. M. OLESHCHENKO

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Computer Systems Software Department
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
ORCID: 0000-0001-9908-7422

METHOD FOR INCREASING THE PERFORMANCE OF A WEB APPLICATION IN THE REACT FRAMEWORK ECOSYSTEM

The article describes the available methods for improving the performance of a web application in the React framework ecosystem, their advantages and disadvantages, in particular, the use of React.memo, PureComponent, shouldComponentUpdate, Lazy Loading, Code Splitting and memoization of selectors. An optimized method is proposed,

which allows to reduce the program execution time by an average of 17%. The main idea of the proposed method is to divide the state into atomic fragments. Each entity has its own state fragment that isolates it from others. These fragments are used by the React Context API to pass entity configuration, including data and functions to modify it. The Context API is used to provide stateful application-wide handling. The state is divided into atomic fragments, which allows their isolation. These fragments are accessed and modified using the hook function. Components that use this method automatically respond to state changes and are updated if the state has changed. The main advantage of this approach is the possibility of using the closing technology and transferring the function of state handlers. The proposed method is based on an approach that was borrowed from the Recoil library. This approach is similar to the standard hook functions in the React framework, for which the proposed method was developed. The advantages and disadvantages of using popular state management libraries in web applications were discussed. The goal of the modification was to avoid redundant operations when the current and new states are indistinguishable, to improve performance when adding large numbers of items, and to allow similar parts of the code to be used multiple times. Special attention is paid to the problem of redundant operations, which occurs when all components subscribed to a state change are automatically updated, even if the state values themselves have not changed. Added the ability to check the equality of states before updating them, which allows to save resources and preserve performance. Also implemented simplified handling of state change functions so that they can be used again without repeating code.

Key words: methods to improve performance of web applications, React framework ecosystem, React, Context API, PureComponent, React.memo, shouldComponentUpdate, Redux, Recoil, Lazy Loading, Code Splitting, memoization of selectors, concept of state management.

Постановка проблеми

Підвищення продуктивності вебдодатків в екосистемі фреймворку React супроводжується різними проблемами і викликами, особливо в комплексних або великих додатках. Наприклад, React може виконувати ререндеринг компонентів, навіть якщо їхні властивості не змінилися. Це може призвести до зайвих витрат часу на обчислення і малопродуктивної роботи вебдодатку. У великих додатках кількість компонентів та елементів DOM може бути дуже великою, що призводить до повільного рендерингу та завантаження сторінок. Велика кількість обчислень або маніпуляцій з DOM може блокувати основний потік браузера, що призводить до відчутного збою продуктивності. Також неоптимізований стан компонентів або надмірне використання властивостей (props) можуть призвести до зайвого рендерингу та обчислювальних операцій. Не оптимізовані мережеві запити або надмірна мережева взаємодія можуть впливати на продуктивність додатка та збільшувати час завантаження. Некоректно налаштовані компоненти, які зациклюються у безкінечних рендерах, можуть спричинити збої в роботі додатка та сповільнити його роботу. Використання неоптимізованих запитів до локального сховища даних, такого як Redux, може призвести до надмірного оновлення стану. Завантаження великих обсягів даних на клієнтську частину вебдодатку також може збільшити час завантаження сторінки і затримати відгук додатка. Зайве використання пам'яті може також спричинити зміну використання дискового простору та вплинути на продуктивність. Не оптимізовані стилі і макети також можуть призвести до повільного рендерингу і збільшити час завантаження.

Метою статті є дослідження наявних методів програмної оптимізації продуктивності вебдодатків в екосистемі фреймворку React та пропозиція модифікованого методу, який дозволить скоротити час виконання програми у порівнянні наявними аналогами.

Програмні методи підвищення продуктивності вебдодатків в екосистемі фреймворку React

Загальною метою оптимізації продуктивності вебзастосунків в React є забезпечення плавної та ефективної роботи додатка для користувачів та зменшення витрат ресурсів. Оптимізація продуктивності вебдодатків в екосистемі фреймворку React включає в себе різні аспекти розробки, щоб забезпечити швидку та ефективну роботу додатка.

Розглянемо відомі програмні методи оптимізації продуктивності вебдодатків в екосистемі фреймворку React.

Метод *React.memo* та його аналог для класових компонентів – клас *PureComponent* використовуються для уникнення зайвого перерендерингу компонентів, якщо їх властивості не змінилися. Це зменшує витрати на рендеринг та покращує продуктивність. Складні обчислення, які не змінюються під час рендерингу, можна винести за межі рендер-методу і кешувати їх результати для зменшення навантаження. Використання ключів при рендерингу списків допомагає React ідентифікувати компоненти і ефективно оновлювати їх при зміні порядку чи кількості елементів.

Приклад коду використання *React.memo*:

```
import React from 'react';
const MyComponent = React.memo(function MyComponent(props) {
  /* код компонента */
});
```

Оптимізація рендерингу компонентів здійснюється завдяки використанню методів `shouldComponentUpdate`, `memo`, або `Hooks useMemo` і `useCallback` для керування повторного рендерингу компонентів.

Метод `shouldComponentUpdate` є одним із методів життєвого циклу компонента в `React`, що дозволяє розробнику контролювати здійснення оновлення компонента після зміни стану або пропсів. Розробник може визначити власні умови, за якими компонент повинен оновлюватися, і повернути `true`, якщо оновлення потрібно, або `false`, якщо оновлення не потрібно. Сигнатура методу `shouldComponentUpdate` виглядає так:

```
shouldComponentUpdate(nextProps, nextState)
```

`nextProps` – це нові властивості, які компонент отримає після оновлення;

`nextState` – це новий стан компонента, який буде встановлений після оновлення.

Метод `shouldComponentUpdate` повинен повертати булеве значення (`true` або `false`). Якщо він повертає `true`, то компонент буде оновлено. Якщо він повертає `false`, то компонент залишиться без змін. Основними випадками використання `shouldComponentUpdate` є оптимізація оновлень компонента, зменшення навантаження та заборона оновлень певних компонентів. Розробник вебдодатку може перевіряти, чи дійсно відбулися зміни в стані або пропсах, які вплинуть на рендер компонента, і виключити зайві оновлення. Це особливо корисно для великих компонентів або в разі, коли розробник знає, що зміни не вплинуть на відображення. Розробник може зменшити кількість зайвих рендерів і оновлень, що поліпшить продуктивність додатка. Наприклад, можна перевіряти, чи справді змінилися лише певні пропси перед тим, як рендерити компонент. Також можуть бути певні компоненти, які не повинні оновлюватися після змін стану або пропсів. За допомогою `shouldComponentUpdate` можна гарантувати, що ці компоненти залишаються сталими. Приклад використання `shouldComponentUpdate` для оптимізації оновлень компонента:

```
import React, { Component } from 'react';
class MyComponent extends Component {
  shouldComponentUpdate(nextProps, nextState) {
    // Порівнюємо попередні і нові пропси або стан
    if (this.props.someProp === nextProps.someProp) {
      return false; // Не потрібно оновлювати, якщо `someProp` залишилось незмінним
    }
    return true; // Оновлювати, якщо є інші зміни
  }

  render() {
    // Рендер компонента
  }
}
```

Зауважимо, що `shouldComponentUpdate` – це метод оптимізації, який необхідно обережно використовувати, оскільки невірне визначення умови оновлення може призвести до неправильної роботи компонента. Також в сучасних версіях `React` можна використовувати `Hook React.memo` для досягнення подібного ефекту для функціональних компонентів.

Використання Lazy Loading і Code Splitting: розділення програмного коду на менші фрагменти та їх «ліниве завантаження» (`lazy loading`) допомагає зменшити час завантаження додатка і підвищити продуктивність. Використання кешування, `HTTP/2`, та багатопоточних запитів також дозволяє покращити швидкість завантаження даних з сервера. Використання `SSR (Server-Side Rendering)` або `SSG (Static Site Generation)` може покращити швидкість завантаження сторінок, особливо на стартових сторінках.

Використання реактивних стилів і оптимізованих CSS забезпечує мінімізацію витрат на маніпулювання `DOM` і використання оптимізованих `CSS` підходів, таких як `CSS-in-JS` або `PostCSS`.

Мемоізація селекторів (або мемоізовані селектори) – це техніка оптимізації в управлінні станом і витягуванні даних зі стану в екосистемі фреймворку `React` та бібліотеках керування станом, таких як `Redux` або `Reselect`. Використання бібліотеки `Reselect` допомагає мемоізувати результати селекторів, які використовуються для вибору частин стану. Селектори – це функції, які використовуються для вибору і обробки даних зі стану, які потім використовуються в компонентах `React` для рендерингу. Мемоізація селекторів полягає в збереженні результатів викликів селектора для певних вхідних даних та повторного використання цих результатів при подальших викликах селектора з тими самими вхідними даними. Це дозволяє уникнути повторних і обчислювально дорогих обчислень та зменшити зайві оновлення компонентів. `Reselect` надає функції `createSelector`, яка автоматично мемоізує результати селекторів і використовує їх для оптимізації вибірки даних зі стану.

Приклад використання мемоізованого селектора за допомогою Reselect:

```
import { createSelector } from 'reselect';
const selectData = (state) => state.data;
const memoizedSelector = createSelector(
  [selectData],
  (data) => {
    // Обчислення результату на основі вибраних даних
    return /* результат */;
  }
);
```

Хоча мемоізація селекторів має свої недоліки і обмеження, вона залишається корисною технікою для оптимізації продуктивності додатків React зі складним станом і великою кількістю даних.

Оптимізація стану і Redux: якщо для розроблення програмного забезпечення використовується Redux, потрібно використовувати такі бібліотеки, як Reselect і Redux Toolkit, які суттєво підвищують продуктивність роботи вебдодатку.

Використання Web Workers забезпечує виконання обчислень в окремому потоці, що не блокує основний потік браузера і покращує реактивність додатка.

Таблиця 1

Порівняння поширених програмних методів підвищення продуктивності вебдодатків в екосистемі фреймворку React

Програмний метод	Переваги методу	Недоліки методу
Використання React.memo і PureComponent	<ol style="list-style-type: none"> Не потрібно додаткового коду для визначення умови оновлення компонентів. Зменшення навантаження, уникнення зайвих оновлень компонентів під час їхнього рендерингу, що може покращити продуктивність. 	<ol style="list-style-type: none"> Оптимізація не завжди потрібна: не всі компоненти мають навантаження, яке варто оптимізувати. Іноді можуть залишитися сценарії, де відбуваються зайві оновлення.
Використання shouldComponentUpdate	<ol style="list-style-type: none"> Можливість точного керування оновленнями компонентів. Можливість оптимізувати дрібні оновлення. 	<ol style="list-style-type: none"> Вимагає більше коду та явної реалізації методу shouldComponentUpdate. Може стати складним при роботі з великими компонентами.
Використання більш дрібних компонентів	<ol style="list-style-type: none"> Зберігає код більш структурованим і підтримуваним. Може сприяти реюзабельності компонентів. 	Додаткова складність управління багатьма компонентами.
Використання Redux або MobX	<ol style="list-style-type: none"> Централізований стан, який забезпечує одноразове джерело true для стану додатка. Прозорість і відстежуваність змін стану. Зручне керування великими додатками. 	<ol style="list-style-type: none"> Додатковий шар складності, який вимагає додаткового коду для визначення дій та редосерів. Може бути зайвим для невеликих додатків.
Мемоізація селекторів	<ol style="list-style-type: none"> Покращення продуктивності завдяки уникненню повторних обчислень селекторів при тих самих вхідних даних. Зменшення навантаження: завдяки використанню мемоізованих селекторів зменшується кількість зайвих рендерів компонентів, оскільки результати селекторів залишаються сталими, якщо вхідні дані не змінилися. Збереження стабільності: завдяки мемоізації можна бути впевненим, що результати селекторів завжди залишаються незмінними для одних і тих самих даних. Зменшення витрат ресурсів: заощадження ресурсів обчислення, оскільки мемоізовані селектори не потребують зайвих обчислень при однакових вхідних даних. 	<ol style="list-style-type: none"> Складність реалізації. Додаткова пам'ять. Можливість появи помилок: неправильне використання мемоізації селекторів може призвести до неправильної роботи додатка. Невірно визначена умова мемоізації може призвести до неправильної кешування результатів. Додатковий код: впровадження мемоізації вимагає додаткового коду для визначення і кешування результатів селекторів, що може робити код складнішим і менш зрозумілим. Обмеженість використання: мемоізація селекторів корисна в основному для оптимізації виборки даних зі стану. Не допомагає уникати інших видів оновлень компонентів, таких як оновлення через зміну пропсів.

Керування локальним станом даних вебдодатку в екосистемі фреймворку React є важливим аспектом розробки для досягнення збереження стану вебдодатка та оновлення інтерфейсу користувача. Керування станом дозволяє зберігати та оновлювати дані, які використовуються в вебдодатку. Це може бути інформація, введена користувачем, стан компонентів тощо. Зміна стану вебдодатка спричиняє оновлення інтерфейсу користувача. Вебдодаток може реагувати на дії користувача, події в системі або зміни в мережі шляхом оновлення відображення на вебсторінці.

React дозволяє створювати реактивні додатки, де зміна стану автоматично спричиняє оновлення відображення. Це полегшує розробку додатків, які реагують на зміни в реальному часі. Керування станом допомагає уникнути розповсюдження одних і тих же даних по всьому додатку. Розробник може створити одну централізовану точку керування станом і забезпечити її єдиним джерелом truth для даних. Керування станом дозволяє розробнику зберігати стан додатка між сеансами роботи користувача. Це корисно для збереження налаштувань, даних авторизації та іншої інформації.

Централізоване керування станом робить код більш підтримуваним і зручним у тестуванні. Розробник може окремо тестувати редюсери, дії та компоненти, які використовують стан. Керування станом в React також допомагає розробнику впроваджувати інші архітектурні патерни, такі як Flux, Redux, MobX, для більшої організації і керування станом. У React та екосистемі його фреймворків, таких як Redux або MobX, керування локальним станом даних зазвичай відбувається через використання станових змінних (state), редюсерів (reducers), дій (actions) та властивостей (props).

Розглянемо загальну концепцію керування станом в React.

Станові змінні (State) визначаються у компонентах за допомогою методу useState (для функціональних компонентів) або через властивість state у класових компонентах. Наприклад:

```
// Функціональний компонент з використанням useState
import React, { useState } from 'react';
function Counter() {
  const [count, setCount] = useState(0);
  const increment = () => {
    setCount(count + 1);
  };
  return (
    <div>
      <p>Лічильник: {count}</p>
      <button onClick={increment}>Збільшити</button>
    </div>
  );
}
```

У класових компонентах:

```
import React, { Component } from 'react';
class Counter extends Component {
  constructor() {
    super();
    this.state = {
      count: 0,
    };
  }
  increment() {
    this.setState({ count: this.state.count + 1 });
  }
  render() {
    return (
      <div>
        <p>Лічильник: {this.state.count}</p>
        <button onClick={() => this.increment()}>Збільшити</button>
      </div>
    );
  }
}
```

Дії (Actions) – це об'єкти, які вказують, яким чином потрібно змінити стан. У Redux, прикладі фреймворку для керування станом, це може виглядати так:

```
// Дія (action) для збільшення значення лічильника
const incrementAction = {
  type: 'INCREMENT',
};
```

Редюсери (Reducers) визначають, яким чином стан додатка має змінитися на основі дій. У Redux це може виглядати так:

```
// Редюсер для збільшення значення лічильника
const counterReducer = (state = 0, action) => {
  switch (action.type) {
    case 'INCREMENT':
      return state + 1;
    default:
      return state;
  }
};
```

Store (Сховище) – об'єкт, у якому зберігається увесь стан вебдодатка. Цей об'єкт містить стан, редюсери і може виглядати так:

```
import { createStore } from 'redux';
const store = createStore(counterReducer);
```

Для передачі даних між батьківськими і дочірніми компонентами використовуються *властивості (props)*. Наприклад:

```
// Передача стану через властивість
<ChildComponent count={count} />
```

Це загальна концепція керування станом в React. Конкретний метод та підхід може варіюватися в залежності від фреймворку або бібліотеки для керування станом (наприклад, Redux, MobX, тощо), які використовуються, а також від потреб та функціональності конкретного вебдодатка.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Метою роботи [1] є аналіз популярної бібліотеки керування станом Redux. У цій роботі представлено метод React Hooks, який продемонстрував деякі покращення продуктивності вебдодатків. Дані результати дослідження були виміряні в інструменті для вимірювання продуктивності Google Chrome Dev Tools. У роботі [2] продуктивність бібліотеки Redux вимірювалася та порівнювалася з методом React Context API. Незважаючи на те, що бібліотека Redux проста у використанні, вона демонструє значні проблеми з продуктивністю під час роботи з об'єктами великих даних. Також було детально проаналізовано підхід хуків, що підтверджує його масштабованість. Дослідження [3-8] містять огляд бібліотек та фреймворків для розробки сучасних вебдодатків. Для порівняння розглянутих бібліотек JavaScript було обрано декілька базових метрик – час виконання методу управління станом для одиниці роботи та придатність для використання розробником. Для порівняння результатів продуктивності вебдодатків було використано інструменти Google Chrome Lighthouse та Sonarqube. Загалом у розглянутих публікаціях не описано методи оптимізації часу доступу до даних вебдодатку та їх змін, що впливає на продуктивність вебдодатку, тому дослідження оптимізації управління даними локального стану вебдодатку є актуальним завданням.

Запропонований метод підвищення продуктивності вебдодатку в екосистемі фреймворку React

Основна ідея запропонованого методу полягає в розділенні стану на атомарні фрагменти. Кожна сутність має свій власний фрагмент стану, що ізолює його від інших. Ці фрагменти використовуються Context API для передачі даних сутності, включаючи функції для їх зміни (рис. 1).

Функція *hook* надає доступ до цього фрагмента, забезпечує взаємодію з даними та внесення змін. Програмний інтерфейс може бути різним, оскільки конфігурація фрагмента стану задається під час його створення.

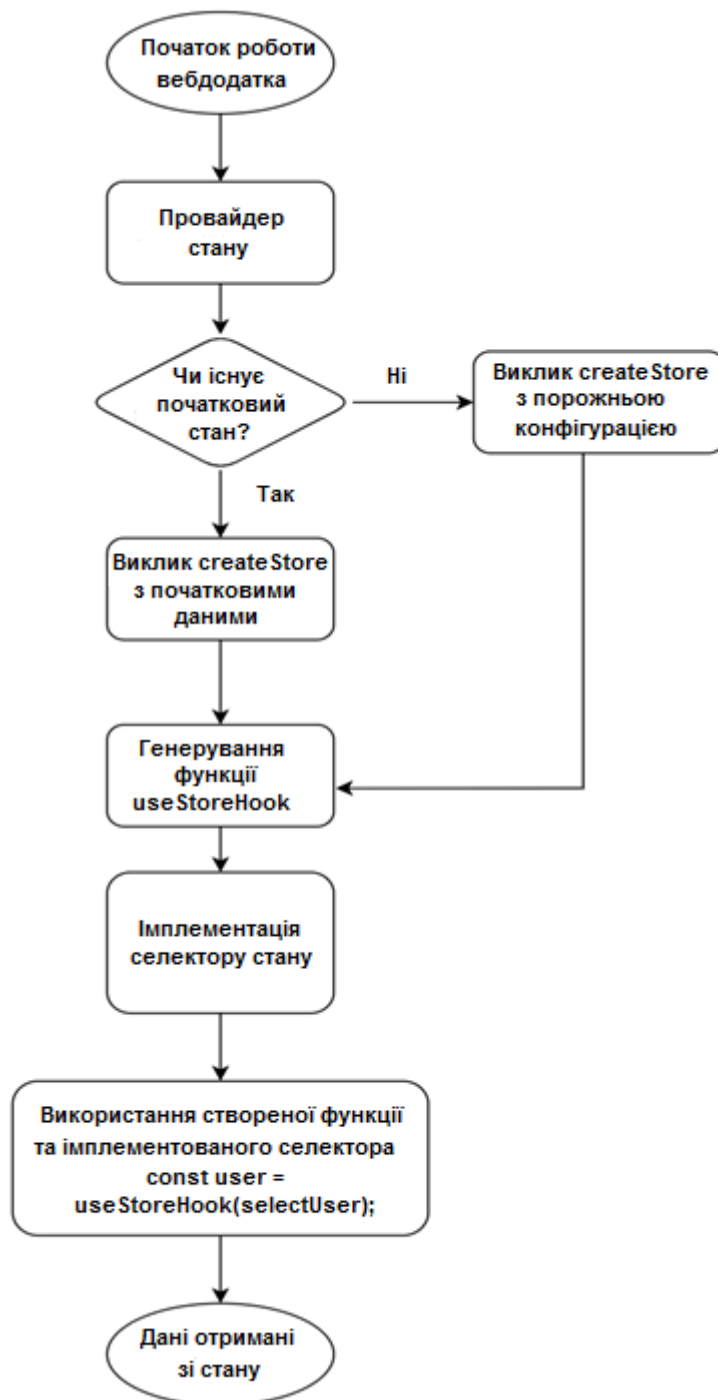


Рис. 1. Схема алгоритму запропонованого методу

Context API використовується для забезпечення роботи зі станом у всьому вебдодатку. Стан розділяється на атомарні фрагменти, що дозволяє здійснювати їх ізоляцію. За допомогою функції hook ми отримуємо доступ до цих фрагментів та можемо змінювати їх. Компоненти, які використовують цей метод, автоматично реагують на зміни стану і оновлюються, якщо стан дійсно змінився. Ми також додали оптимізації, щоб уникнути зайвих операцій, якщо стан не змінився, і спростили роботу з функціями зміни стану, що дозволяє їх багаторазове використання без дублювання коду.

Для створення фрагмента стану використовується функція create:

```
interface create = (storeConfig) => useStoreHook;
```

Синтаксис (storeConfig) => useStoreHook означає, що функція використовує параметр типу storeConfig та повертає значення useStoreHook.

Інтерфейс функцій створення стану:

```
interface create = (storeConfig) => useStoreHook;  
interface storeConfig = (  
  set: (any) => void,  
  get?: (void) => any  
) => (stateConfig :Record<string, any>);  
interface useStoreHook =  
(selector: (any) => object) => (stateConfig: Record<string, any>);
```

Тип any – будь-який тип, Record<string, any> – об'єкт з парами ключ-значення, рядок та будь-який тип відповідно. Методи *set* та *get* можуть бути викликані при конфігурації для наступного використання значення полів та для підрахунку певних значень у функціях. Метод *create* виконує дві функції: задає початкове значення стану та описує функції, що виконують операції над даними стану. Згенеровану методом функцію-хук *useStore* використано як спосіб отримання даних стану безпосередньо для застосування у користувацькому інтерфейсі. Головною перевагою такого підходу є можливість використання технології замикання та передавання функції обробників стану. Запропонований метод загалом базується на підході, який було запозичено з бібліотеки Recoil. Цей підхід є схожим на стандартні функції-хуки у фреймворку React, для якого було розроблено запропонований метод. Ми вдосконалили його, порівнюючи з іншими популярними бібліотеками для керування станом у вебзастосунках. Метою було уникнення надмірних операцій, коли поточний та новий стани не відрізняються, покращити продуктивність при додаванні великої кількості елементів та забезпечити можливість використання схожих частин коду багаторазово. Під час розробки оптимізованого методу було також враховано недоліки інших підходів. Особливу увагу приділено проблемі надмірних операцій, які виникають, коли всі компоненти, що підписані на зміну стану, автоматично оновлюються, навіть якщо самі значення стану не змінилися. Було додано можливість перевірки рівності станів перед їх оновленням, що дозволяє заощадити ресурси та зберегти продуктивність. Також було спрощено роботу з функціями зміни стану, щоб їх можна було використовувати знову без повторення коду.

Результати дослідження

Для дослідження та порівняння програмних методів були обрані бібліотеки Redux, MobXState-Tree, Recoil. Аналіз методів виконано за допомогою утиліти SonarQube. Для оцінки результатів дослідження використано браузер Google Chrome та утиліта DevTools. Для розробки клієнтської частини програмного забезпечення та проведення дослідження була обрана мова JavaScript для створення скриптів вебсторінок, яка надає можливість на стороні клієнта взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, а також асинхронно обмінюватися даними з сервером, змінювати структуру та зовнішній вигляд вебсторінки. Для спрощення процесу налаштування та розробки вебдодатку була обрана бібліотека React через її сумісність з обраними бібліотеками та наявність React Dev Tools для вимірювання часу програмних методів та оцінки якості їх роботи. Для оцінки швидкодії програмних методів використовувався веббраузер Google Chrome для вимірювання часу роботи вебдодатку за певний період часу та перегляду діаграм розподілу часу роботи додатка для конкретних дій, таких як рендеринг, системні операції та програмний код виконання. Враховуючи описані вимоги, у програмному забезпеченні було створено умови для того, щоб кожен із обраних для дослідження методів використовувався в бібліотеках і демонструвалась їх робота на основі певних даних. Основною вимогою до програмного забезпечення, що надає виведення в графічний інтерфейс користувача результатів роботи різних методів даного дослідження була підтримка Google Chrome 95+, React 17+ та Node 16+. Для порівняння точності методи використовувались в однакових умовах, були оброблені однакові дані та відповідно до їх кількості, над даними також були виконані однакові дії: додавання сегментів даних, редагування, видалення.

Щоб оцінити час роботи методів, які працюють над локальним станом даних вебдодатку, було використано великий обсяг даних (до 100 000 елементів), дані відповідають структурі масиву з великою кількістю елементів. Апаратне забезпечення, яке використовувалось для проведення дослідження: MacBook Pro, процесор 2 GHz Quad-Core Intel Core i5, Intel Iris Plus Graphics 1536 MB, 16 GB пам'яті 3733 MHz LPDDR4X. Операційна система – macOS Ventura 13.0.1. Програмне забезпечення: Google Chrome 108, React v18.0.1, Node v16.13.1. На прикладі використання бібліотеки Redux збільшення часу виконання непропорційно зростає зі збільшенням кількості елементів.

При збільшенні кількості елементів до 100 000 результат бібліотеки MobX був отриманий майже за 250 секунд, що в 3 рази повільніше аналогів. Бібліотеки Redux і Recoil показують приблизно однакові результати за ~80 секунд, що потребує покращення. Аналізуючи дані, отримані під час тестування швидкості додавання елементів, можна зробити висновок, що бібліотеки Redux і Recoil показують кращі результати при додаванні

більшої кількості елементів. Було порівняно продуктивність різних програмних методів та продуктивність запропонованого оптимізованого методу. Запропонована оптимізація, яка мінімізує залежність від сторонніх бібліотек, дає кращі результати під час додавання елементів до масиву порівняно з іншими методами. Однак при великій кількості елементів покращення є незначним. При скиданні до порожнього масиву запропонований метод займає 3844 мс для простих даних і 3979 мс для складних даних. У всіх сценаріях тестування швидкості запропонований метод перевершує альтернативи, особливо під час додавання або редагування елементів масиву. Незалежно від розміру масиву, запропонований метод незмінно перевершує конкурентів, маючи перевагу на 12% для 1000 елементів, 16% для 5000 і 18% для 10 000 елементів. Це демонструє стабільність і масштабованість запропонованого методу. Порівнюючи популярні бібліотеки, було виявлено, що MobX чудово справляється з невеликими наборами даних, але має труднощі під час більшого навантаження. Навпаки, Redux зберігає стабільну продуктивність у різних тестах.

Висновки та подальша робота

У статті розглянуто наявні методи підвищення продуктивності вебдодатку в екосистемі фреймворку React, їх переваги та недоліки, зокрема, використання React.memo, shouldComponentUpdate, Lazy Loading, Code Splitting та мемоізації селекторів. Запропоновано модифікований метод керування локальним станом даних вебдодатків для створення додатків в екосистемі фреймворку React, що дозволяє скоротити час виконання програми в середньому на 17%, порівнюючи кожен зі сценаріїв тестування методу. Оскільки запропонований метод показав кращі результати, ніж популярні існуючі рішення відносно часу виконання програми, можна сказати, що мета дослідження була досягнута. Аналіз програмних методів та оцінку якості відсканованого коду виконувався за допомогою утиліти SonarQube. Для аналізу та оцінки результатів розглянутих методів використовувалася утиліта браузеру Google Chrome DevTools. Дослідження робить деякі висновки щодо варіантів використання кількох популярних рішень. Наприклад, використання бібліотеки Recoil у більшості випадків показує продуктивність навіть кращу, ніж за використання інших бібліотек. Крім того, подальший розвиток і вдосконалення оптимізованого методу може стати достатньо зрілим для комерційного використання та перевершити поточні рішення.

Подальші напрями дослідження – це аналіз складності програмних методів з використанням метрик цикломатичної та когнітивної складності, аналіз кожного файлу, пов'язаного з використанням бібліотечних інструментів, тестування даних метрик за допомогою запропонованого методу. Крім того, подальше дослідження в цій галузі також включає в себе більш глибокий аналіз інших популярних програмних рішень і тестових випадків для них. У майбутньому на основі отриманих результатів, якщо буде доведено ефективність запропонованого методу для більшості випадків, метод можна буде опублікувати як бібліотеку для загального користування.

Список використаної літератури

1. Pronina D., Kyrychenko I. (2022) Comparison of Redux and React Hooks Methods in Terms of Performance. *COLINS-2022: 6th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems, May 12–13, Gliwice, Poland*, pp. 3-7.
2. Shailesh Shivakumar, P.V. Suresh (2018) A Survey and Analysis of Techniques and Tools for Web Performance Optimization, *Journal of Information Organization*, Vol. 8, No. 2, pp. 31-57.
3. Chi, Xiaoni, Liu, Bichuan, Niu, Qi, Wu, Qiuxuan (2012) Web Load Balance and Cache Optimization Design Based Nginx under High-Concurrency Environment, *Third International Conference on Digital Manufacturing & Automation*, pp. 1029-1032.
4. Yanan Wang, Huarui Wu and Feng Huang (2014) High-performance concurrent Web application system analysis and research, *Computer Engineering and Design Optimization*, vol. 08, pp. 2976-2981.
5. Y. Yao and J. Xia (2016) Analysis and research on the performance optimization of Web application system in high concurrency environment, *2016 IEEE Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference*, pp. 321-326, doi: 10.1109/ITNEC.2016.7560374.
6. Mohammed Zagane, Mustapha Kamel Abdi (2019) Evaluating and Comparing Size, Complexity and Coupling Metrics as Web Applications Vulnerabilities Predictors. *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)*, Vol.11, No.7, pp.35-42, DOI: 10.5815/ijitcs.2019.07.05
7. Ruqia Bibi, Munazza Jannisar, Mamoona Inayet (2016) Quality Implication for Prognoses Success in Web Applications. *IJMCS*, Vol.8, No.3, pp.37-44, DOI: 10.5815/ijmcs.2016.03.05
8. Oleshchenko, L., Burchak, P. (2023) Web Application State Management Performance Optimization Methods. In: Hu, Z., Dychka, I., He, M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education VI. ICCSEEA 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 181. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36118-0_6

В. В. КОВАЛЕВСЬКИЙаспірант кафедри інженерії програмного забезпечення
Державний університет «Житомирська політехніка»
ORCID: 0000-0001-7144-1899**Т. А. ВАКАЛЮК**доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення
Державний університет «Житомирська політехніка»
ORCID: 0000-0001-6825-4697

ОГЛЯД НАЯВНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ЗАХИСТУ СЕРВІСІВ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Оцінка ефективності роботи систем захисту інформаційних систем та, зокрема, сервісі електронної комерції є актуальною задачею, що потребує постійного вдосконалення та розвитку. В даній роботі проведено огляд існуючих методів оцінки ефективності роботи систем захисту, а також розглянуто наявні підходи для побудови моделей безпечових ризиків інформаційних систем. Однією з основних вимог до оцінки ефективності роботи систем захисту є послідовність та безперервність проведення заходів направлених на виявлення потенційних загроз та вразливих елементів системи. Такий підхід забезпечує своєчасну реакцію на безпекові інциденти та мінімізацію їх наслідків. Важливу роль у цьому процесі відіграє автоматизація, що дозволяє пришвидшити прийняття рішень щодо безпекових інцидентів та виключити або мінімізувати вплив людського фактору. Для забезпечення ширшого охоплення автоматизації процесів оцінки ефективності роботи систем захисту, постає нагальною потреба у формалізації процесів, що відбуваються в середині інформаційної системи та побудови відповідних моделей цих процесів, які в свою чергу дозволяють відпрацьовувати різноманітні сценарії прийняття рішень при виникненні безпекових інцидентів. Окрім цього це надає можливість визначити ключові показники ефективності роботи систем захисту значення яких репрезентують загальний стан системи та допомагають провести якісну оцінку ефективності її роботи. Одним із підходів до оцінки ефективності роботи системи безпеки, що пропонують дослідники, є використання системи економетрики кібербезпеки (Cyberspace Security Econometrics System (CSES)). Особливістю даної системи оцінки ефективності роботи системи безпеки є урахування економічних ризиків при виникненні безпекових інцидентів, що в свою чергу дозволяє оцінити фінансовий вплив на роботу інформаційної системи у разі відмови систем захисту. Невід'ємною частиною оцінки ефективності роботи систем захисту є моделювання атак на систему у контрольованих умовах. Це дозволяє отримувати інформацію щодо відповідності системи захисту сучасним загрозам та визначати її елементи, що потребують вдосконалення чи модернізації. Слід зазначити, що існують різні стандарти та фреймворки для моделювання атак на інформаційні системи. Таке різноманіття зумовлене відмінностями безпекових стандартів у різних галузях та цілях, що переслідуються при моделювання атак.

Ключові слова: електронна комерція, інформаційна безпека, система, показники ефективності, моделювання.

V. V. KOVALEVSKIYPostgraduate Student at the Department of Software Engineering
Zhytomyr Polytechnic State University
ORCID: 0000-0001-7144-1899**T. A. VAKALIUK**Doctor of Pedagogical Science, Professor,
Head of the Software Engineering Department
Zhytomyr Polytechnic State University
ORCID: 0000-0001-6825-4697

REVIEW OF EXISTING METHODS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THE OPERATION OF E-COMMERCE SERVICE PROTECTION SYSTEMS

The evaluation of the effectiveness of information system protection systems, and in particular, e-commerce services, is a crucial task that necessitates continual advancement and development. This paper provides an overview of existing methods for evaluating the effectiveness of information systems protection systems and considers existing approaches for building models of information system security risks. One of the primary requirements for evaluating the effectiveness of information system protection systems is the consistency and continuity of measures aimed at identifying potential

threats and vulnerable system elements. This approach ensures timely response to security incidents and minimizes their consequences. Automation plays a significant role in this process, as it allows for faster decision-making on security incidents and excludes or minimizes the influence of the human factor. To ensure wider coverage of automation of the processes of evaluating the effectiveness of information system protection systems, there is an urgent need for the formalization of the processes that take place within the information system and the construction of appropriate models of these processes, which in turn allow to work on various scenarios for decision-making in the event of security incidents. Additionally, this provides an opportunity to identify key performance indicators of information system protection systems, the values of which represent the overall state of the system and help to conduct a qualitative assessment of the effectiveness of its work. One of the approaches to evaluate the effectiveness of the security system, which is proposed by researchers, is the use of the cyberspace security econometrics system (Cyberspace Security Econometrics System (CSES)). A key feature of this system for evaluating the effectiveness of the security is the consideration of economic risks in the event of security incidents, which in turn allows to assess the financial impact on the operation of the information system in the event of a failure of the protection systems. An important part of the evaluation of the effectiveness of information system protection systems is the modeling of attacks on the system within controlled environment. This allows to obtain information on the compliance of the protection system with modern threats and identify its elements that need to be improved or modernized. It should be noted that there are different standards and frameworks for modeling attacks on information systems. This diversity is due to the differences in security standards for different industries and the goals pursued in modeling attacks.

Key words: e-commerce, information security, system, performance indicators, modeling.

Постановка проблеми

Забезпечення захисту сервісів електронної комерції є задачею яка ніколи не втрачає своєї актуальності. Зважаючи на стрімке зростання розповсюдження сервісів електронної комерції у різних галузях та кількість чутливої інформації якою вони оперують, якісне забезпечення інформаційної безпеки являється фундаментальною частиною їх функціонування.

В свою чергу оцінка ефективності роботи систем захисту сервісів електронної комерції є однією з важливих задач, що потребує постійної уваги як на етапі проектування сервісу електронної комерції, так і під час його роботи з кінцевими користувачами. Оцінка ефективності роботи систем захисту дозволяє своєчасно виявляти, запобігати, а також мінімізувати наслідки кібератак та дій шахраїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемі оцінки ефективності роботи систем захисту інформаційних систем загалом, та сервісів електронної комерції зокрема, приділяло увагу багато дослідників, у тому числі Фредерік Шелдон (Frederick T. Sheldon), що пропонує використовувати систему економетрики кібербезпеки (CSES) [2]. Ігор Бернік (Igor Bernik) та Кайя Пріслан (Kaja Prislan) у своїй роботі використовували модель ISP 10x10M для проведення оцінки ефективності роботи систем захисту [1]. Ларрі Конклін (Larry Conklin), Вікторія Дрейк (Victoria Drake) та Свен Стрітматтер (Sven Strittmatter) у своїй статті описали підхід до моделювання загроз інформаційної безпеки, що в свою чергу дозволяє провести оцінку безпекових ризиків [3]. В. Плєскач, В. Краснощок, М. Мельник, С. Клименко, Романас Тумасоніс (Romanas Tumasonis) провели аналіз стану та тенденцій в сфері розробки систем захисту для сервісів електронної комерції [12]. Енгла Лінг (Engla Rencelj Ling), Матіас Екстед (Mathias Ekstedt) у своїй статті приводять опис розробленої ними мови для моделювання загроз інформаційної безпеки (sasLang) та наводять приклади її використання [3]. Кожен із дослідників висвітлює зазначену проблему з урахуванням власного досвіду та в контексті галузі своєї основної діяльності.

Формулювання мети дослідження

Саме тому метою статті є огляд наявних методів оцінки ефективності роботи систем захисту сервісів електронної комерції та інформаційних систем загалом.

Виклад основного матеріалу дослідження

Оцінка ефективності роботи систем захисту сервісів електронної комерції це неперервний процес, який включає в себе аналіз поточного стану системи, виявлення потенційно вразливих елементів системи, постійне вдосконалення і розвиток системи захисту з урахуванням нових технологій та загроз.

Можна виділити наступні загальноприйняті підходи до організації оцінки ефективності роботи систем захисту сервісів електронної комерції:

1. Визначення та впровадження ключових показників ефективності роботи системи захисту.
2. Створення моделі безпекових ризиків сервісу електронної комерції. Таке моделювання дозволяє оцінити ефективність роботи системи захисту шляхом порівняння потенційних ризиків та наявних заходів безпеки.
3. Моделювання атак на систему в контрольованих умовах. Це допомагає оцінити ефективність роботи системи захисту та виявити можливі слабкі місця.

Визначення та впровадження ключових показників ефективності роботи систем захисту дозволяє вимірювати різні аспекти роботи системи захисту, кількість виявлених та виправлених вразливостей, швидкість виявлення

вразливостей тощо. Це дає можливість візуалізувати та формалізувати актуальні дані, що в свою чергу полегшує подальший аналіз та автоматизацію прийняття рішень. Важливу роль відіграє визначення якісних метрик, що відображатимуть реальний стан роботи системи захисту, нестимуть максимальну користь та інформативність. Від цього напряму залежить наскільки оперативними та відповідними до ситуації буду дії у разі виникнення безпекових інцидентів.

Дослідники Ігор Бернік (Igor Bernik) та Кайя Пріслан (Kaja Prislan) пропонують вимірювати ефективність роботи системи захисту використовуючи модель ISP 10x10M [1]. Даний підхід полягає у поєднанні десяти критичних факторів успіху (CSF), ста ключових показників ефективності (KPI), десять для кожного з факторів успіху, та шести визначених рівнів ефективності роботи системи захисту. В свою чергу, для критичних факторів успіху та ключових показників ефективності визначаються вагові коефіцієнти. Крім визначення вагових коефіцієнтів, дослідники використовують статистичний для встановлення кореляцій між критичними факторами успіху та індивідуальними ключовими показниками ефективності. Процедура проводилась шляхом обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між CSF та між KPI, включеними в індивідуальні CSF [1].

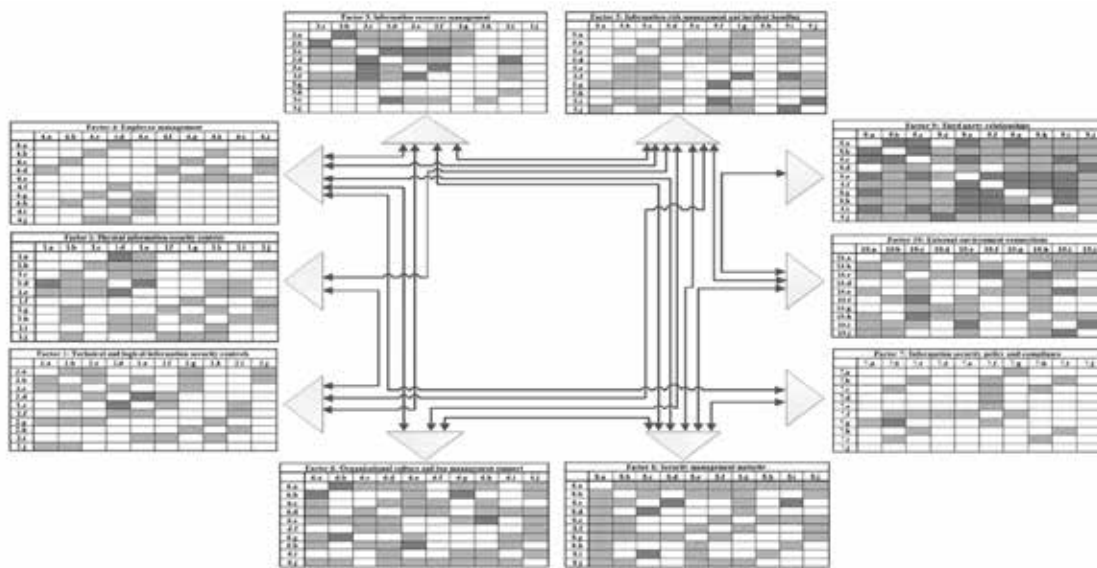


Рис. 1. Модель кореляції між CSF та KPI [1].

Аналіз результатів та визначення важливості окремих елементів моделі ISP 10x10M також дає можливість графічно представити наскільки ефективною є система безпеки в тих чи інших областях (рис. 2) [1]. Модель ISP 10x10M передбачає, що цілісна система інформаційної безпеки може бути досягнута лише шляхом забезпечення високого рівня результативності в десяти різних галузях. Однак абсолютна або 100% безпека не існує і не може бути досягнута на практиці, тому безпекові заходи лише частково успішні. Біла область позначає абсолютну ефективність інформаційної безпеки, що складається з десяти факторів, яка є лише теоретично можливою. Темна область показує оптимальний рівень ефективності інформаційної безпеки, досягнутий при ефективному управлінні всіма областями. Сіра область представляє ситуацію в якій жоден з показників не досягає очікуваних значень [1].

Результати отримані при використанні моделі ISP 10x10M надають можливість категоризувати ефективність роботи системи безпеки, що в свою чергу дозволяє визначити проблемні області та кроки необхідні для забезпечення бажаного рівня захисту [1].

Науковець Фредерік Шелдон (Frederick T. Sheldon) пропонує використовувати систему економетрики кібербезпеки (Cyberspace Security Econometrics System (CSES)). Цей підхід використовує кількісну оцінку надійності, продуктивності та ефективності системи безпеки враховуючи критичність кожного елемента який потребує захисту з точки зору економічних ризиків [2].

Для визначення середньої вартості відмови системи (Mean Failure Cost (MFC) автор пропонує зібрати наступну інформацію: перелік зацікавлених сторін (Stakeholders), перелік специфікацій та вимог до системи безпеки. Для кожної з зацікавлених сторін та кожної з вимог до системи безпеки визначити коефіцієнт втрат, ставку (Stake), які понесе зацікавлена сторона у разі відмови системи яку ми захищаємо. Для кожного компонента вимог до системи безпеки визначити ймовірність їх виконання [2]. Отримані дані дозволяють створити наступну матрицю (рис. 3).

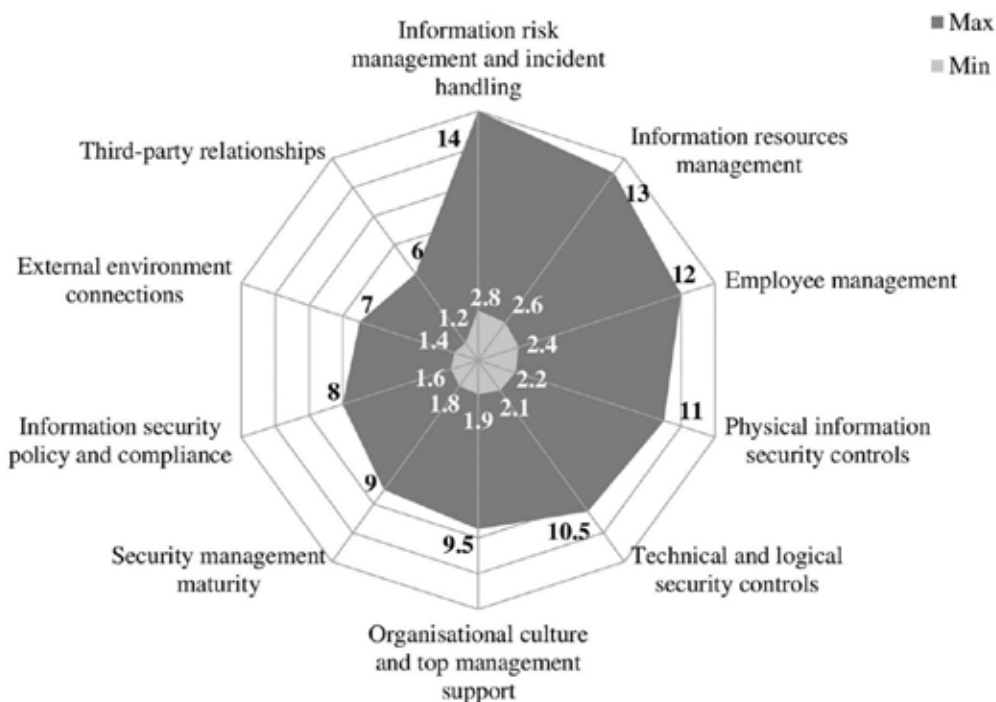


Рис. 2. Графічне представлення аналізу ефективності системи безпеки [1]

		Security Requirements				
		R1	R2	R3	...	Rn
Stakeholders	S1					
	S2					
	S3					
	...				FC_i^j	
	Sm					
		Probabilities of Security Requirements Delivery				
					P^j	

Рис. 3. Матриця вартості відмови системи безпеки [2]

Комірка матриці FC відображає втрати які несе зацікавлена сторона S у випадку, якщо не виконуються вимоги виставлені до системи безпеки R. Значення P відповідає визначеній ймовірності успішного виконання заданих вимог до системи безпеки. Враховуючи зазначене середня вартість відмови системи (MFC) визначається наступним чином (формула 1) [2].

$$MFC_i = \sum_{j=1}^n FC_i^j \times (1 - P^j). \tag{1}$$

Описаний спосіб оцінки ефективності системи безпеки є гнучким та дозволяє використовувати широкий спектр показників, які можуть не завжди бути безпосередньо пов'язані з безпекою системи, для отримання кінцевої оцінки в контексті кожної із зацікавлених сторін.

Модельовання безпекових ризиків – це процес, що має на меті ідентифікацію, оцінку та пом'якшення загроз для системи яку ми захищаємо (рис. 4). Цей процес дозволяє краще зрозуміти потенційні загрози та вжити заходів для їх запобігання. Базовий підхід до побудови моделі безпекових ризиків складається з чотирьох кроків [3] [4]:

1. Ідентифікація безпекових ризиків. На цьому етапі ідентифікують потенційні загрози системі. Це можна зробити провівши аналіз архітектури системи, бізнес-процесів, використання зовнішніх сервісів, тощо.
2. Оцінка безпекових ризиків. На цьому етапі проводиться оцінка ймовірності та впливу на систему кожної з визначених загроз. Це допомагає визначити, які загрози є найбільш серйозними.
3. Пом'якшення безпекових ризиків. На цьому етапі вживаються заходи для зменшення ризику виникнення загрози. Цього можна досягти впроваджуючи нові елементи системи захисту чи адаптуючи або оновлюючи вже наявні.
4. Валідація. Цей етап має на меті перевірку чи були вжиті всі необхідні заходи для пом'якшення кожної з визначених загроз.

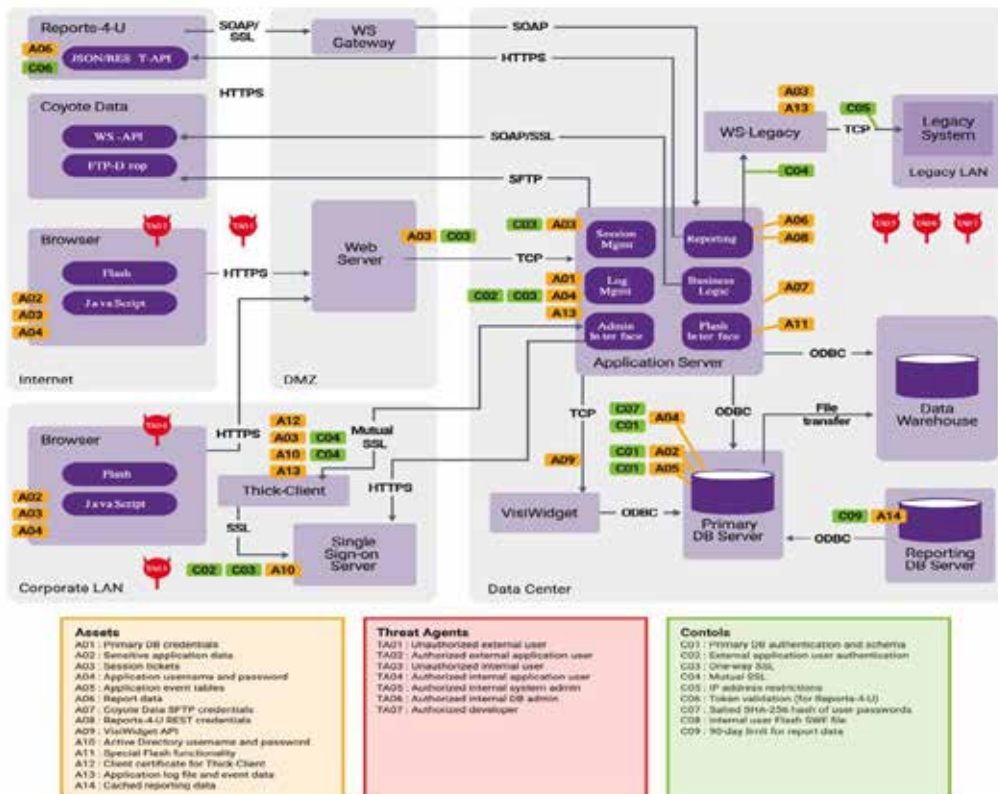


Рис. 4. Приклад моделювання безпекових ризиків [4]

Регулярне моделювання безпекових ризиків дозволяє отримати задокументовані визначені та задокументовані кроки, необхідні для покращення роботи системи безпеки. Крім цього, такий підхід дозволяє виявляти потенційні проблеми в системі безпеки заздалегідь; проводити оцінку нових видів загроз, які не були враховані при початковому проектуванні системи безпеки; переглядати вимоги, що визначені до системи безпеки, приділяти увагу безпековим ризикам, що є унікальними для сервісів, які захищає система безпеки; вчасно проводити розподілення ресурсів необхідних для підтримання роботи системи безпеки на належному рівні [4].

Також можна виділити наступні розповсюджені підходи до моделювання безпекових ризиків: STRIDE, PASTA, Vow-tie та CORAS. Метод STRIDE фокусується на шести найпоширеніших загрозах: підробленні ідентифікації, втручанні в обробку даних, неможливості притягнення до відповідальності, розкритті інформації, відмові в обслуговуванні та підвищенні привілеїв. Метод PASTA фокусується на оцінці безпекових ризиків, що можуть вплинути на функціонування системи, і передбачає сім етапів моделювання безпекових ризиків. Метод Vow-tie дозволяє проілюструвати ризики системи у формі метелика (рис. 5), де загрози знаходяться зліва, наслідки – справа, а події – посередині.

Метод CORAS включає в себе 8 кроків (рис. 6), що дозволяють проаналізувати потенційні загрози та розробити заходи протидії [5].

Моделювання атак на систему захисту в контрольованих умовах є дієвим засобом оцінки ефективності її роботи, дозволяє в наближених до реальних умовах перевірити реакцію системи захисту на ті чи інші сценарії та сформулювати звіти щодо виявлених проблем та вразливостей. Регулярне проведення таких тестувань допомагає підтримувати систему захисту на актуальному рівні в контексті потенційних загроз, що постійно змінюються.

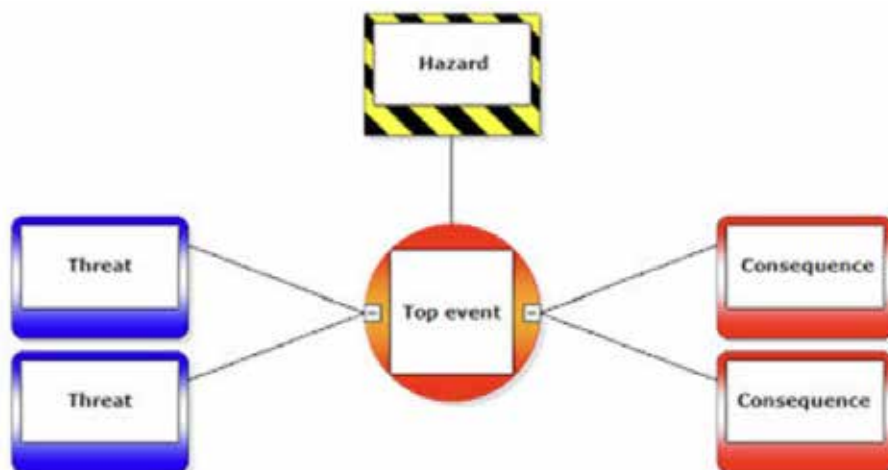


Рис. 5. Bow-tie метод моделювання безпекових ризиків [6]

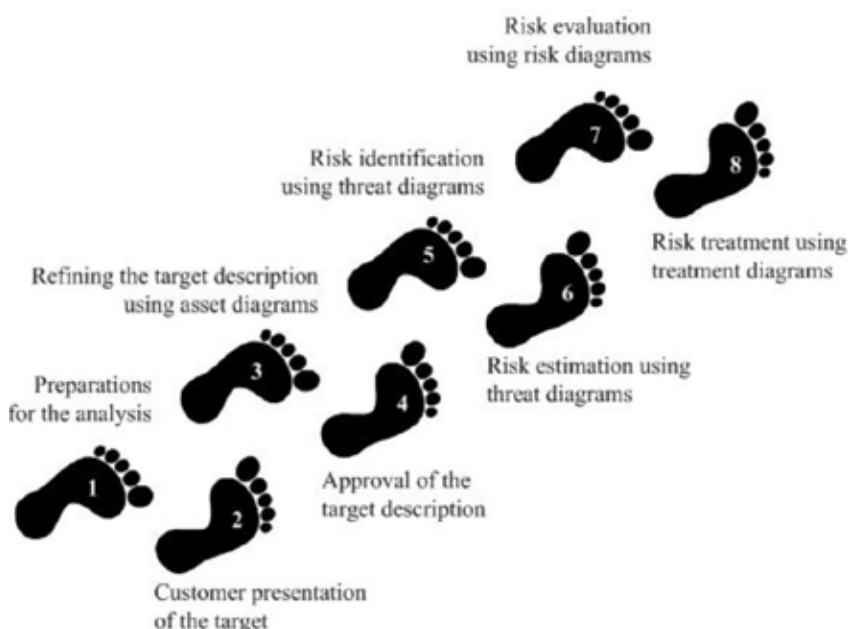


Рис. 6. Метод CORAS, етапи аналізу безпекових ризиків [7]

Одним з поширених методів проведення моделювання атак на систему захисту є тестування на проникнення (Penetration Testing). Його суть полягає в тому, що спеціалісти з безпеки намагаються обійти систему захисту використовуючи різноманітні техніки та засоби. Загалом, у тестуванні на проникнення можна виділити шість етапів (рис. 7) [8]:

1. Підготовка до тесту. На цьому етапі проводиться збір інформації про систему, де буде проводитись тестування, узгоджуються деталі тесту, включаючи затвердження методів і засобів, що будуть використані.
2. Створення плану тестування. Цей етап включає в себе визначення потенційно вразливих елементів системи безпеки та яким саме перевірки безпеки мають бути застосовані щодо них.
3. Підготовка команди, що займатиметься тестуванням, узгодження деталей та сценаріїв, що мають бути відпрацьовані.
4. Визначення цілей, на які будуть направлені спроби проникнення. Окрім заздалегідь означених потенційно проблемних елементів системи безпеки, спеціалісти визначають додаткові вектори атаки, які на їх думку будуть доцільними.
5. Проведення тесту на проникнення. На цьому етапі спеціалісти з безпеки безпосередньо намагаються обійти наявну систему захисту та задокументувати отримані результати.
6. Агрегація та аналіз отриманих даних. Цей етап має на меті обробку отриманих результатів та створення звітів щодо знайдених вразливостей та рекомендацій для їх подальшого усунення.

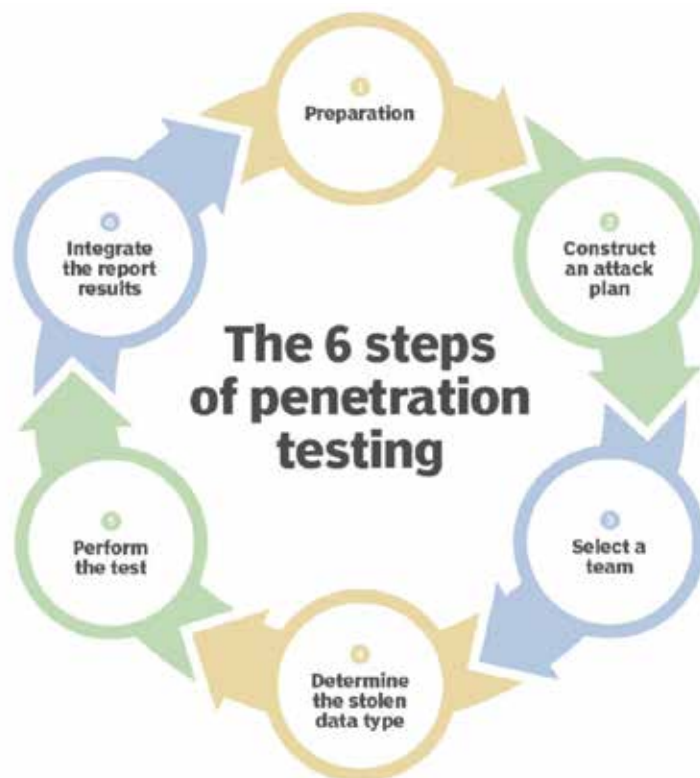


Рис. 7. Етапи тестування на проникнення [8]

Виділяють три загальні рівні проведення тестування на проникнення [8]:

1. Black box тестування – під час проведення цього тесту, спеціалісти з безпеки не мають жодної інформації про систему, яку вони тестують, задача полягає в знаходженні вразливостей, що можуть бути використані.

2. Gray box тестування – у цьому випадку спеціалісти, що проводять тестування, отримують деяку інформацію про систему безпеки, яку вони тестують. Ця інформація використовується для пошуку вразливостей, які не були виявлені при Black box тестуванні.

3. White box тестування – спеціалісти з безпеки, що проводять тестування, отримують повну інформацію про систему безпеки. Задача полягає у виявленні вразливостей, які не були знайдені під час Black box та Grey box тестування.

Також необхідно зазначити, що існують різні стандарти та фреймворки для проведення тестування на проникнення. Це обумовлено варіативністю цілей тестування та відмінностями безпекових стандартів у різних галузях. До поширених у використанні стандартів і фреймворків можна віднести OSSTMM, OWASP, PTES, ISSAF, NIST, PCI DSS [9] [10]. Кожен з них надає можливість провести тестування необхідної складності та з урахуванням специфіки роботи системи, що перевіряється.

Висновки

Провівши огляд наявних методів оцінки ефективності роботи систем захисту електронної комерції можна стверджувати, що у цьому напрямку проводиться багато досліджень та оновлень. Робота з науковими джерелами демонструє сталий інтерес до цієї теми, дослідники шукають методи покращення вже наявних підходів оцінки ефективності роботи систем захисту, а також розробляють і пропонують нові, чого вимагає неспинний розвиток технологій. Перспективами подальших досліджень вбачаються створення більш гнучких та масштабуємих методів оцінки ефективності роботи систем захисту, що забезпечить ширше їх використання для інформаційних систем різних розмірів та направленості.

Список використаної літератури

1. Bernik I, Prislán K. Measuring information security performance with 10 by 10 model for holistic state evaluation. *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11, no. 9. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163050>.
2. Sheldon F. Evaluating security controls based on key performance indicators and stakeholder mission. proceedings of the 4th annual workshop on cyber security and informaiton intelligence research developing strategies to meet the cyber security and information intelligence challenges ahead. *Cyber security and information intelligence research workshop*. 2008.

3. Conklin L., Drake V., Strittmatter S. Threat modeling process | OWASP foundation. *OWASP Foundation, the Open Source Foundation for Application Security | OWASP Foundation*. URL: https://owasp.org/www-community/Threat_Modeling_Process.
4. What is threat modeling and how does it work? | synopsys. *Synopsys | EDA Tools, Semiconductor IP and Application Security Solutions*. URL: <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-threat-modeling.html>.
5. Rencelj Ling E., Ekstedt M. A threat modeling language for generating attack graphs of substation automation systems. *International journal of critical infrastructure protection*. 2023. Vol. 41. P. 100601. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2023.100601>.
6. Introduction to bowtie | civil aviation authority. *Civil Aviation Authority*. URL: <https://www.caa.co.uk/safety-initiatives-and-resources/working-with-industry/bowtie/about-bowtie/introduction-to-bowtie/>.
7. The CORAS Method. *The CORAS Method*. URL: <https://coras.sourceforge.net/>.
8. Kirvan P. Pen testing guide: Types, steps, methodologies and frameworks | TechTarget. *Security*. URL: <https://www.techtarget.com/searchsecurity/tip/Pen-testing-guide-Types-steps-methodologies-and-frameworks>.
9. Nicholls M. Penetration testing methodologies – the top 5 | redscan. *Redscan*. URL: <https://www.redscan.com/news/top-five-penetration-testing-methodologies>.
10. WSTG – latest | OWASP foundation. *OWASP Foundation, the Open Source Foundation for Application Security | OWASP Foundation*. URL: https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/latest/3-The_OWASP_Testing_Framework/1-Penetration_Testing_Methodologies.
11. A systematic method for measuring the performance of a cyber security operations centre analyst / E. Agyepong et al. *Computers & security*. 2022. P. 102959. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2022.102959>.
12. Current state and trends in the development of e-commerce software protection systems / V. Pleskach et al. *CEUR workshop proceedings*. 2021. No. 3179. P. 79–88.
13. Cyber security risk modeling in distributed information systems / D. Palko et al. *Applied sciences*. 2023. Vol. 13, no. 4. P. 2393. URL: <https://doi.org/10.3390/app13042393>.
14. An integrated conceptual model for information system security risk management supported by enterprise architecture management / N. Mayer et al. *Software & systems modeling*. 2018. Vol. 18, no. 3. P. 2285–2312. URL: <https://doi.org/10.1007/s10270-018-0661-x>.
15. Security risk assessments: modeling and risk level propagation / D. Angermeier et al. *ACM transactions on cyber-physical systems*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1145/3569458> (date of access: 24.09.2023).

References

1. Bernik I & Prisljan K. (2016). Measuring information security performance with 10 by 10 model for holistic state evaluation. *PLoS ONE*, 11(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163050>
2. Sheldon, F. (2008). Evaluating security controls based on key performance indicators and stakeholder mission. proceedings of the 4th annual workshop on cyber security and information intelligence research developing strategies to meet the cyber security and information intelligence challenges ahead. *Cyber Security and Information Intelligence Research Workshop*.
3. Conklin, L., Drake, V., & Strittmatter, S. (2022). *Threat modeling process | OWASP foundation*. OWASP Foundation, the Open Source Foundation for Application Security | OWASP Foundation. https://owasp.org/www-community/Threat_Modeling_Process
4. *What is threat modeling and how does it work? | synopsys*. (2023). Synopsys | EDA Tools, Semiconductor IP and Application Security Solutions. <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-threat-modeling.html>
5. Rencelj Ling, E., & Ekstedt, M. (2023). A threat modeling language for generating attack graphs of substation automation systems. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 41, 100601. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2023.100601>
6. *Introduction to bowtie | civil aviation authority*. (2023). Civil Aviation Authority. <https://www.caa.co.uk/safety-initiatives-and-resources/working-with-industry/bowtie/about-bowtie/introduction-to-bowtie/>
7. *The CORAS Method*. (б. д.). The CORAS Method. <https://coras.sourceforge.net/>
8. Kirvan, P. (2022, 7 квітня). *Pen testing guide: Types, steps, methodologies and frameworks | TechTarget*. Security. <https://www.techtarget.com/searchsecurity/tip/Pen-testing-guide-Types-steps-methodologies-and-frameworks>
9. Nicholls, M. (2023). *Penetration testing methodologies – the top 5 | redscan*. Redscan. <https://www.redscan.com/news/top-five-penetration-testing-methodologies>
10. *WSTG – latest | OWASP foundation*. (2023). OWASP Foundation, the Open Source Foundation for Application Security | OWASP Foundation. https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/latest/3-The_OWASP_Testing_Framework/1-Penetration_Testing_Methodologies
11. Agyepong, E., Cherdantseva, Y., Reinecke, P., & Burnap, P. (2022). A systematic method for measuring the performance of a cyber security operations centre analyst. *Computers & Security*, 102959. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2022.102959>

12. Pleskach, V., Krasnoshchok, V., Melnyk, M., Klymenko, S., & Tumasonis, R. (2021). Current state and trends in the development of e-commerce software protection systems. *CEUR Workshop Proceedings*, (3179), 79–88.
13. Palko, D., Babenko, T., Bigdan, A., Kiktev, N., Hutsol, T., Kuboń, M., Hnatiienko, H., Tabor, S., Gorbovy, O., & Borusiewicz, A. (2023). Cyber security risk modeling in distributed information systems. *Applied Sciences*, 13(4), 2393. <https://doi.org/10.3390/app13042393>
14. Mayer, N., Aubert, J., Grandry, E., Feltus, C., Goettelmann, E., & Wieringa, R. (2018). An integrated conceptual model for information system security risk management supported by enterprise architecture management. *Software & Systems Modeling*, 18(3), 2285–2312. <https://doi.org/10.1007/s10270-018-0661-x>
15. Angermeier, D., Wester, H., Beilke, K., Hansch, G., & Eichler, J. (2022). Security risk assessments: Modeling and risk level propagation. *ACM Transactions on Cyber-Physical Systems*. <https://doi.org/10.1145/3569458>

В. Л. ЛЕВКІВСЬКИЙ

аспірант, старший викладач кафедри комп'ютерних наук

Державний університет «Житомирська політехніка»

ORCID: 0000-0002-1643-0895

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ

В Україні протягом останніх п'яти років спостерігається незначна позитивна динаміка розвитку ринку медичних інформаційних систем. Слід відзначити, що цей ринок є ризикованим, затрати на розробку сучасних систем значно переважають економічну ефективність від присутності на ньому, тому нові розробники з'являються рідко. Значними перешкодами на шляху до інформатизації вітчизняної системи охорони здоров'я є недостатнє фінансування медичних закладів, відсутність у керівництва розуміння можливостей, які дають високі технології для підвищення якості роботи медичних закладів, та недостатня стандартизація даних та способів її обробки. В даному дослідженні проведено порівняльний аналіз структурних модулів та функціональних можливостей сучасних медичних інформаційних систем, що використовуються в Україні. Кожна з них поставляється в різній конфігурації, деякі дозволяють вибирати модулі для придбання. Але, як правило, кожна система має схожий базовий набір модулів. Більшість систем побудовано на основі клієнт-серверної архітектури, яка забезпечує обмежену кількість функцій – переважно підготовку статистичних звітів та стандартних форм МОЗ. В результаті проведеного аналізу, виявлено брак застосування методів інтелектуального аналізу даних та штучного інтелекту в цих системах, що значно підвищило б їх якість. Також не було знайдено жодної системи, яка б мала модуль аналізу та прогнозування розвитку хронічних захворювань та їх загострення, модуль для роботи та моніторингу стану пацієнтів з цукровим діабетом – вважаємо, що ці модулі на сьогодні є досить важливими. В Україні найбільш поширені у використанні медичні системи вітчизняного виробництва. До українського ринку проявляють інтерес також польські та турецькі розробники медичних інформаційних систем. Проте вартість впровадження цих систем є значно вищою, ніж у аналогічних українських систем.

Ключові слова: медична інформаційна система, МІС, електронні медичні картки, e-Health, електронна система охорони здоров'я, ЕСОЗ.

V. L. LEVKIVSKYI

Postgraduate Student, Senior Lecturer at the Department of Computer Science

Zhytomyr Polytechnic State University

ORCID: 0000-0002-1643-0895

ANALYSIS OF THE STRUCTURE AND FUNCTIONALITY OF MEDICAL INFORMATION SYSTEMS IN UKRAINE

Over the past five years, Ukraine has seen a slight positive trend in the development of the medical information systems market. It should be noted that this market is risky. The cost of developing modern systems exceeds the economic efficiency of being present in the market, so new developments are rare. Significant obstacles to the informatization of the domestic healthcare system include insufficient funding for medical institutions, lack of understanding among the management of the opportunities offered by high technologies to improve the quality of medical institutions, and insufficient standardization of data and methods of its processing. This study provides a comparative analysis of the structural modules and functionalities of modern medical information systems used in Ukraine. Each of them comes in different configurations, some allow you to choose modules for purchase. But, as a rule, each system has a similar basic set of modules. Most systems are based on a client-server architecture that provides a limited number of functions, mainly the preparation of statistical reports and standardized forms of the Ministry of Health. The analysis revealed a lack of data mining and artificial intelligence in these systems, which would significantly improve their quality. We also did not find any system that had a module for analyzing and predicting the development of chronic diseases and their exacerbations, a module for working with and monitoring patients with diabetes, which we believe are quite important today. Domestically produced medical systems are the most commonly used in Ukraine. Polish and Turkish developers of medical information systems are also interested in the Ukrainian market. However, the cost of implementing these systems is much higher than similar Ukrainian systems.

Key words: medical information system, MIS, electronic health records, e-Health, electronic healthcare system, EHS.

Постановка проблеми

Діджиталізація суспільства та цифровізація сфери охорони здоров'я вимагають нових наукових рішень для оптимізації та удосконалення медичних інформаційних систем. Зважаючи на епідеміологічну ситуацію в світі потреба в медичних інформаційних системах зростає. Впровадження нових інформаційних технологій, зокрема

хмарних технологій, IoT-систем, блокчейн, інтелектуального аналізу, створюють передумови їх провадження у медичну сферу.

Відповідно до визначених векторів та стратегічного бачення Стратегії сталого розвитку України до 2030 року [1] один із фокусів направлений на забезпечення ефективної системи охорони громадського здоров'я – надання належних медичних послуг, що неможливе без використання сучасних інформаційних технологій, тому знайдення нових інформаційних технологій для удосконалення процесів надання медичних послуг, автоматизація та інтелектуалізація прийняття рішень лікарями, з урахуванням розвитку цифрового суспільства та входження людства в четверту промислову революцію (INDUSTRY 4.0) є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Інформатизація системи охорони здоров'я є одним з ключових завдань держави. Нажаль на законодавчому рівні в Україні цей процес розпочався в 2018 році після прийняття ряду законів. За останні роки сфера інформатизації медицини активніше почала досліджуватись науковцями, хоча праць всеодно є мало. Авторами роботи [2] проведено огляд моделей розвитку eHealth та наявних медичних інформаційних систем в Україні. З'ясовано основні характеристики медичної інформаційної системи, на основі яких проведено порівняльний аналіз розглянутих систем. Розглянуто проблеми створення єдиного медико-інформаційного простору. Самофалов Д.О. в своїй роботі [3] вказує, що медичні інформаційні системи є основним інструментом інформаційно-комунікаційних технологій в охороні здоров'я України. Автор досліджує нормативно-правові акти, що унормовують діяльність діяльність і необхідність співпраці за допомогою цього інструменту між закладами охорони здоров'я та єдиним стратегічним закупівельником медичних послуг – Національною службою здоров'я України. Волошин С.О. [4] проводить аналіз проблеми побудови сучасних медичних інформаційних систем, особливо українського виробництва. Автором запропонована оптимальна платформа для побудови медичної інформаційної системи України – OpenVista.

Копняк К.В. [5] проводить дослідження ефективності інформатизації сфери охорони здоров'я. Автор виділяє складові ефективності впровадження та функціонування медичних інформаційних систем. Наводить параметри оцінювання ефективності процесу інформатизації первинної ланки регіональної системи охорони здоров'я. Лещенко О. [6] та співавтори порушують вагоме питання щодо захисту інформації в медичних інформаційних системах, особливо за умов передачі її до центральної бази даних. Автори пропонують розділяти інформацію в базі даних на загальну та екстрену, з відповідним розмежуванням доступу.

Авторами дослідження [7] розроблено математичну модель спеціалізованої медичної інформаційної системи служби крові. Проведені експерименти продемонстрували покращення загальних показників діяльності закладу служби крові. У статті [8] представлено розробку інформаційної системи для віддаленого діагностування стану пацієнтів. Описано основні концептуальні положення, модулі для програмної реалізації, структуру бази даних системи, особливості реалізації базового функціоналу інформаційної системи. Ключко О.М. [9] описує результати розробки медичної інформаційної системи моніторингу стану здоров'я. Систему створено засобами мови C#, а в якості сховища даних використовується MySQL. В програмному забезпеченні передбачена можливість попереднього автоматизованого аналізу даних деяких показників. Звертається увага на захист персональних даних пацієнтів в системі за допомогою електронного апаратного ключа. Авторами роботи [10] спроектовано та реалізовано систему автоматизованого контролю цукрового діабету. Використані математичні моделі для розрахунку балансу «глюкоза-інсулін». Запропонований додаток значною мірою може покращити рівень життя людей з даним захворюванням.

В результаті проведеного аналізу визначено основні напрямки наукових досліджень авторів, що зосереджені на аналізі стану інформатизації медичної сфери України, на захисті персональних даних, захисті самих систем, моделюванні та розробці медичних інформаційних систем.

Формулювання мети дослідження

Основною метою даного дослідження є проведення порівняльного аналізу структурних модулів та функціональних можливостей сучасних медичних інформаційних систем, що використовуються в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сьогодні медична інформаційна система (МІС) – це інформаційно-телекомунікаційна система, яка дає змогу автоматизувати роботу суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я, створювати, переглядати, обмінюватися інформацією в електронній формі [11]. Медичні інформаційні системи дозволяють швидко і ефективно налагодити електронний документообіг, гнучко вибудовувати роботу з пацієнтами, вести оперативний облік роботи адміністративного персоналу, контролювати всі організаційні і фінансові питання.

Проведений аналіз сучасних МІС [12] показує, що в їх склад входять сукупність блоків, що відповідають за автоматизацію різних складових діяльності медичної установи, зокрема:

- реєстрація та електронні медичні картки пацієнтів;
- дані медичних досліджень;
- робочі місця лікаря і медсестри;

- розподіл ресурсів установи, їх розклад;
- управління фінансами та облік;
- адміністративна інформація і засоби комунікації співробітників;
- лікарські призначення, журнал призначень;
- стандарти надання медичної допомоги та багато іншого.

Медичні інформаційні системи дозволяють здійснювати управління великими масивами даних про пацієнтів і результатами діяльності медичної організації, вести звітність та статистичні дані. Системи дозволяють розмежовувати доступ різних груп користувачів.

На сьогодні в Україні наявні різні медичні інформаційні системи, найбільш розповсюджені з них: e-Health, Doctor Eleks, EMCiMED, МедІнфоСервіс, Нейрон. В даному дослідженні більш детально проведемо їх аналіз.

Медична інформаційна система, яка забезпечує автоматизацію ведення обліку медичних послуг та управління медичною інформацією в електронному вигляді на території України є e-Health. e-Health – це гібридна модель електронної системи охорони здоров'я, яка складається з двох компонентів і має єдину центральну базу даних. Дана база даних належить державі, до якої можуть бути приєднані інші медичні інформаційні системи. Крім того держава встановлює правила користування, гарантує безпеку системи і зберігання даних. Інші медичні інформаційні системи відповідають за надання сервісів. Центральна база даних електронної системи охорони здоров'я знаходиться на території України, у захищеному дата-центрі в місті Києві. Цей дата-центр має комплексну систему захисту інформації (КСЗІ). Дата-центр відповідає міжнародним стандартам (сертифікат відповідності ISO 27001:2013, сертифікат виданий Bureau Veritas №IND17.0398/U) та українським стандартам (атестат відповідності ДССЗЗІ № 14162 від 22.07.16) у сфері захисту даних [13].

Архітектурне рішення e-Health має ряд переваг для користувачів системи. Користувачами системи можуть бути пацієнти, лікарі, аптечні працівники, менеджери закладів. До електронної системи охорони здоров'я (ЕСОЗ) може приєднуватись велика кількість МІС, де наявні електронні кабінети лікарів, пацієнтів, тощо. Через МІС здійснюється робота користувачів з центральною базою даних (ЦБД) електронної системи охорони здоров'я (рис. 1).

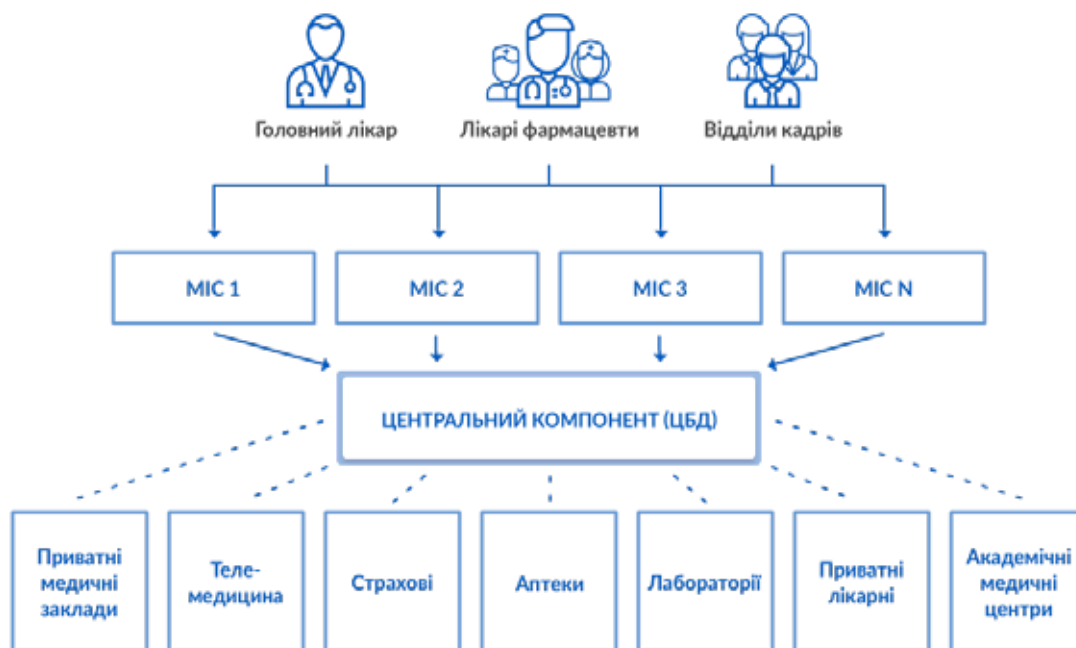


Рис. 1. Архітектура системи e-Health [11]

Зберігання інформації в ЦБД дає можливість мати цілісну картину надання медичних послуг громадянам країни, і в свою чергу здійснювати якісний аналіз та прогноз необхідних медичних послуг для населення.

На сьогодні функцію адміністрування ЕСОЗ виконує Державне підприємство «Електронне здоров'я» [14]. Адміністратор системи відповідальний за забезпечення безперебійної роботи ЦБД, здійснення технічної підтримки системи, взаємодію з МІС щодо їх роботи з ЦБД.

Медичним закладам, які бажають працювати в e-Health потрібно підключитись до неї через довільну інформаційну систему (МІС), яку заклад може обрати самостійно. Таким чином, лікар зможе побачити всю інформацію про свого пацієнта з центральної бази даних незалежно від того, з якою МІС він працює. Пацієнт, який має підписану декларацію надає доступ лікарю до даних про нього, які містяться в електронній системі охорони здоров'я.

Розглянемо детальніше декілька систем, які можуть бути приєднані до e-Health.

Однією з них є система Doctor Eleks, розроблена компанією Doctor Eleks (Львів, Україна) [15]. Даний програмний продукт дозволяє підтримувати електронну медичну карту пацієнта, особистий кабінет лікаря, реєстратуру (рис. 2) та роботи фінансову звітність. Підсистема дозволяє формувати графіки роботи співробітників.

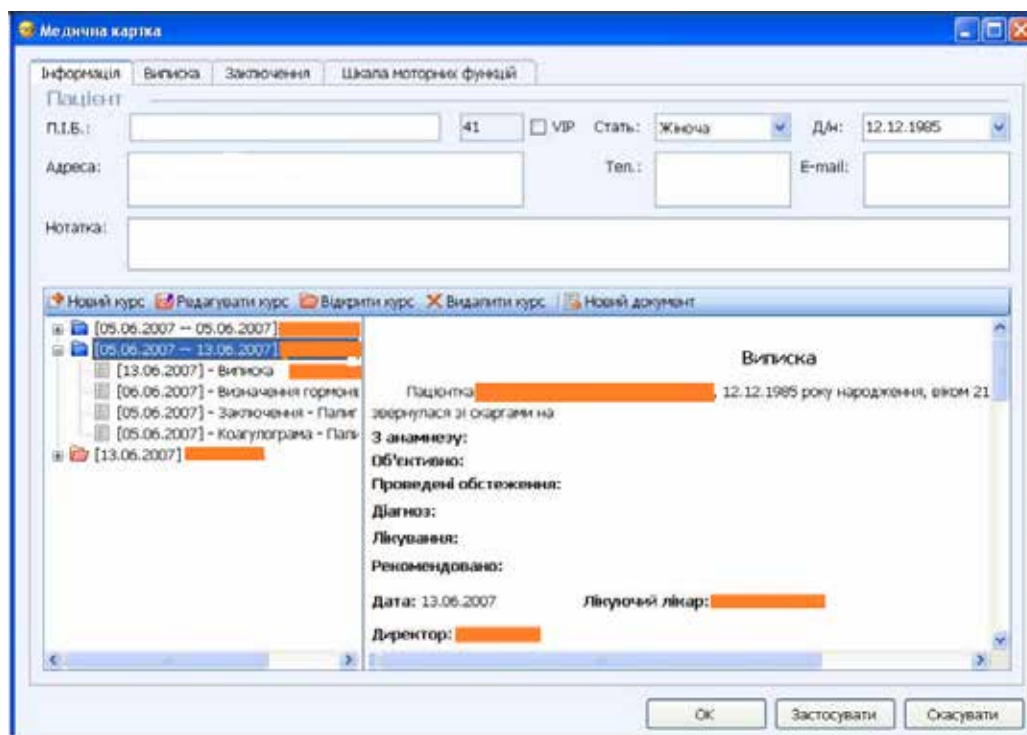


Рис. 2. Система Doctor Eleks (медична картка пацієнта)

Перевагами даної системи є комунікація з зовнішніми лабораторіями та страховими компаніями, спрощена процедура розрахунків за надані послуги, зменшення понаднормового витрати матеріалів, структуроване зберігання даних медичної карти пацієнта, робота з діагностичним обладнанням: запис і редагування відео та зображень, візуальні підказки в разі відхилення від норми, широкий спектр шаблонів огляді, можливість друку результатів на різних мовах. Є інтеграція з Toshiba УЗД, підтримується імпорт DICOM-зображень та підключення DICOM-сумісного обладнання.

До недоліків можна віднести те, що в системі недостатньо пропрацьовано модуль роботи з записами про пацієнтів, а саме відсутня можливість приєднання записів не ідентифікованого пацієнта до ідентифікованого.

Система Doctor Eleks пройшла перевірку і рекомендована до використання МОЗ України.

Наступною розглянемо передову українську медичну інформаційну систему для медичних установ, приватних клінік і лабораторій, підключену до системи eHealth України – EMCiMED [16]. Система містить наступні модулі:

- реєстратура;
- управління персоналом;
- управління організацією;
- поліклініка;
- стаціонар;
- лабораторія;
- управління партнерськими відносинами.

Перевагами системи є можливість вибору модулів відповідно до вимог медзакладу, гнучке налаштування, потужна функціональна складова. Система є досить захищеною завдяки використанню USB-брелоків та шифруванню всієї інформації. Крім того є можливість інтеграції з іншими програмними продуктами, наприклад, 1С.

До недоліків можна віднести те, що в системі не передбачено погашення електронного рецепта на лікарські засоби, відсутня реєстрація аптеки, не передбачено модуля робочого місця лаборанта.

Система пройшла перевірку і рекомендована до використання МОЗ України.

Ще одна інформаційна система, яка приєднана до «E-Health» та акредитована МОЗ є «МедІнфоСервіс». Система призначена для автоматизації лікувальних процесів у амбулаторіях, поліклініках та стаціонарних лікувальних закладах [17]. Система підтримує роботу онлайн та офлайн реєстратури з можливістю формування електронної черги на прийом. В системі наявний модуль медичної статистики та формування звітності.

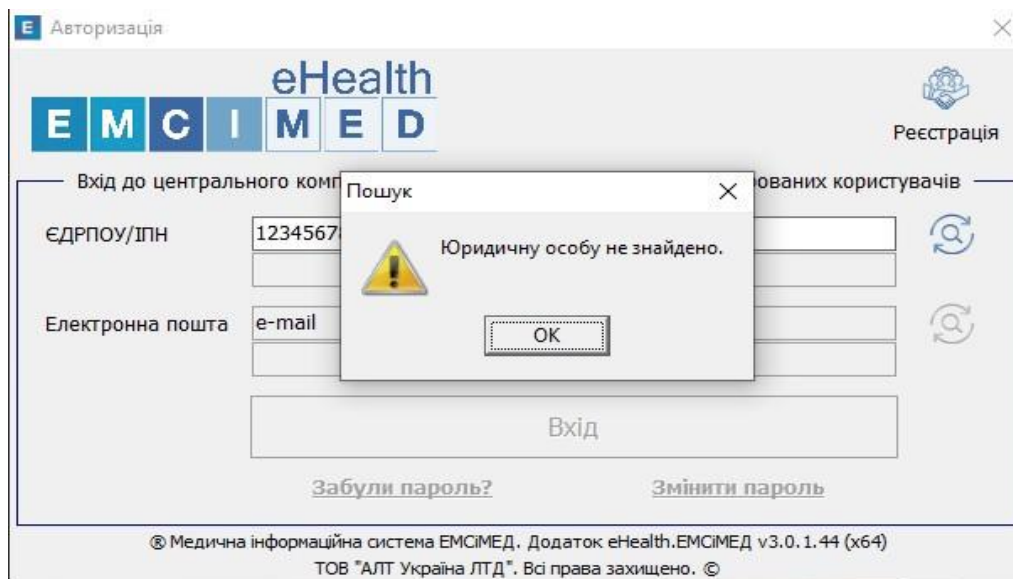


Рис. 3. Медична інформаційна система EMSiMED (реєстрація в системі eHealth)

На рисунку 4 зображений інтерфейс МІС «МедІнфоСервіс» [17].

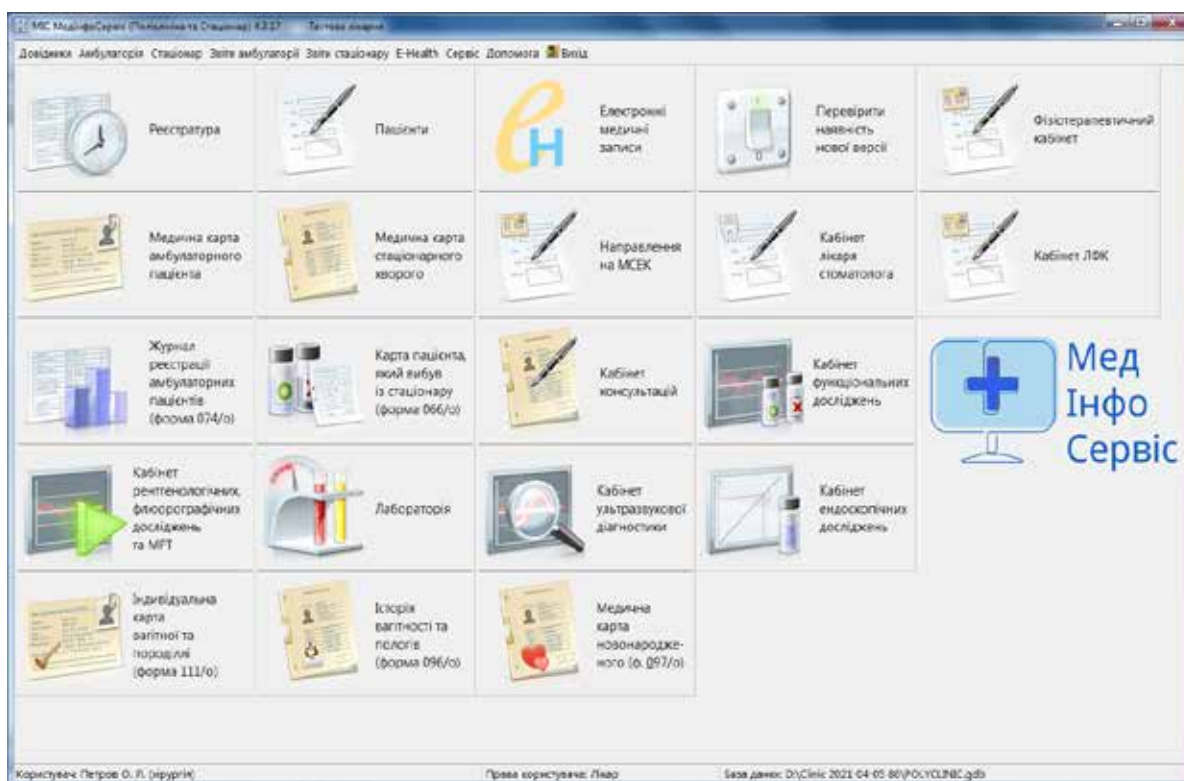


Рис. 4. МІС «МедІнфоСервіс»

Перевагами системи є інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувачів швидко впровадження змін, не потребує значних витрат на встановлення та експлуатацію, можливість формування звітності в форматі Microsoft Office для виведення на друк.

До недоліків можна віднести відсутність адміністративного модуля погашення е-рецепту та укладення договорів АЗ (аптечним закладам) з НСЗУ за програмою «Інсуліни», не передбачено модуля робочого місця лаборанта.

Система активно розвивається та оновлюється, крім того наявний youtube канал МІС «МедІнфоСервіс» з детальними відеоінструкціями з користування.

Наступною розглянемо інформаційну систему «Нейрон», яка розроблена з урахуванням інтересів малого та середнього бізнесу. Розробником системи є колектив ТОВ «Алюр» [18].

Перевагами системи є інтуїтивно зрозумілий інтерфейс; зручна система створення графіків роботи; запис пацієнтів на прийом і планування їх подальших візитів; картотека пацієнтів з швидким доступом до медичних даних і структуроване зберігання медичної інформації; проста схема оплати наданих послуг; формування фінансових звітів і управління тарифними планами; поділ прав доступу для різних категорій персоналу.

До недоліків можна віднести відсутність адміністративних модулів неонатального скринінгу для новонароджених, укладення договорів АЗ (аптечним закладам) з НСЗУ за програмою «Інсуліни» та модуля робочого місця лаборанта.

Висновки

В результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що Україна наразі проходить етап інформатизації медичної сфери. У системі охорони здоров'я триває цифрова трансформація. З 2020 р. електронна система охорони здоров'я почала отримувати та зберігати найціннішу інформацію про пацієнта – медичну. Мова йде про електронну медичну картку пацієнта.

В нашій державі використовуються різні медичні інформаційні системи. Було проведено порівняльний аналіз структурних модулів та функціональних можливостей сучасних медичних інформаційних систем, що використовуються в Україні. В цілому кожна з систем має схожі базові модулі – це як правило так звані АРМ – автоматизовані робочі місця, що повторюються в декількох версіях: АРМ лікаря, АРМ реєстратора, АРМ лаборанта та інші. Але кожна МІС має і інші модулі які в одних системах можуть бути наявні, а в інших відсутні. Наприклад деякі системи не мають модуля роботи з електронними рецептами на лікарські засоби, відсутня можливість реєстрації аптеки, не містять модуля для забезпечення роботи лаборанта. Деякі системи постачаються зі сталою конфігурацією, інші мають базовий функціонал і можливість придбання додаткових модулів.

Також не останнє місце в медичних системах відіграє захист даних – тому що медичні дані є досить чутливі. В кожній МІС розробники намагаються захистити персональні дані та самі системи. Як правило МІС розгортаються або на власних серверах компанії, або на хмарних сервісах. Це також один з варіантів захисту даних, оскільки власні сервери обмежують доступ до даних третіх осіб, але як правило це є дорожчий варіант.

В результаті проведеного аналізу медичних інформаційних систем було виявлено відсутність блоку аналізу та прогнозування розвитку хронічних захворювань та їх загострення. Також не знайдено модулів для роботи та моніторингу стану пацієнтів з цукровим діабетом. В МІС на сьогодні мало застосовують або взагалі не застосовують методи інтелектуального аналізу даних та штучного інтелекту.

Перспективним вважаємо створення єдиної медичної інформаційної системи України, котра б забезпечила необхідну доступність та швидкість обміну медичною інформацією не лише в межах нашої держави, а й за її межами.

Список використаної літератури

1. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. 2017. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/стратегія-сталого-розвитку-україни-до-2030-року>
2. Назірова Т.О., Костенко О.Б. Огляд моделей розвитку eHealth та наявних медичних інформаційних систем. Проблеми створення єдиного медико-інформаційного простору. Науковий вісник НЛТУ України Том 27 № 10. 2017. DOI: 10.15421/40271027
3. Самофалов Д.О. Публічне управління й адміністрування медичних інформаційних систем як основного інструменту інформаційно-комунікаційних технологій в охороні здоров'я України. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія: Державне управління Том 32 (71) № 3. 2021. С. 48–54. DOI: 10.32838/TNU-2663-6468/2021.3/09
4. Волошин С.О. Аналіз технологій створення медичних інформаційних систем. Медична інформатика та інженерія № 4. 2009 – С. 91–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mii_2009_4_18
5. Копняк К.В. Оцінювання ефективності впровадження медичних інформаційних систем. Економіка і організація управління № 2(26). 2017. С. 109–119.
6. Лещенко О.І., Бондаренко Г.С., Пеняченко В.І. Аналіз проблем побудови та захисту інформації розподіленої інформаційної системи медичних установ. Кібербезпека в Україні: правові та організаційні питання : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Одеса, 17 листопада 2017 р.). Одеса : Одеський державний університет внутрішніх справ, 2017. С. 171–173.
7. Міхнова А. В., Міхнов Д. К., Чиркова К. С. Модель спеціалізованої медичної інформаційної системи служби крові. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 5/2019. 2019. С. 75–82. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.5.75-82
8. Левківський В.Л. Концептуальні положення та технології побудови інформаційної системи віддаленого діагностування стану пацієнтів. Вчені записки Таврійського національного університету імені

В.І. Вернадського Серія: Технічні науки Том 31 (70) № 6 2020 Частина 1. С. 105–112. DOI: 10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/18

9. Ключко О.М. Медична інформаційна система моніторингу стану здоров'я населення із захистом персональних даних. Медична інформатика та інженерія. № 1 2020. С. 17–28. DOI: 10.11603/mie.1996-1960.2020.1.11126.

10. Levkivskiy, V., Marchuk, G., Kuzmenko, O., Levchenko, A. The System of Automated Diabetes Control. Proceedings of the 5th Workshop for Young Scientists in Computer Science and Software Engineering – CS&SE@SW. SciTePress. 2023. pages 41–49. DOI: 10.5220/0012009500003561

11. Електронна система охорони здоров'я в Україні. 2023. URL: <https://ehealth.gov.ua/>

12. Медичні інформаційні системи: огляд можливостей і приклади використання. 2023. URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/medical-information-systems.html>

13. Міністерство охорони здоров'я України. Персональні дані надійно захищені в електронній системі охорони здоров'я. 2018. URL: <http://moz.gov.ua/article/reform-plan/personalni-dani-nadijno-zahischni-v-elektronnijsistemi-ohoroni-zdorov'ja>.

14. Постанова кабінету міністрів України “Деякі питання електронної системи охорони здоров'я” № 411 від 25 квітня 2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-2018-п#Text>

15. Українська ІТ компанія “Doctor Eleks”. 2023. URL: <https://doctor.eleks.com/ehealth>

16. Медична інформаційна система EMCiMED. 2023. URL: <https://emci.ua/products/emcimed/>

17. Інформаційні технології для медицини “МедІнфоСервіс”. 2023. URL: <https://www.infomed.ck.ua/>

18. Медична інформаційна система «Нейрон». 2023. URL: <https://neuron.aljur.com/>

References

1. Stratehiia staloho rozvytku Ukrainy do 2030 roku. (2017). URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/strategiya-staloho-rozvytku-ukrainy-do-2030-roku> [in Ukrainian].

2. Nazirova T.O., Kostenko O.B. (2017). Ohliad modelei rozvytku eHealth ta naiavnykh medychnykh informatsiinykh system. Problemy stvorennia yedynoho medyko-informatsiinoho prostoru. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy Tom 27 № 10. DOI: 10.15421/40271027 [in Ukrainian].

3. Samofalov D.O. (2021). Publichne upravlinnia y administruvannia medychnykh informatsiinykh system yak osnovnoho instrumentu informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii v okhoroni zdorovia Ukrainy. Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho Serii: Derzhavne upravlinnia Tom 32 (71) № 3. P. 48–54. DOI: 10.32838/TNU-2663-6468/2021.3/09 [in Ukrainian].

4. Voloshyn S.O. (2009). Analiz tekhnolohii stvorennia medychnykh informatsiinykh system. Medychna informatyka ta inzheneriia № 4. P. 91–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mii_2009_4_18 [in Ukrainian].

5. Kopniak K.V. (2017). Otsiniuvannia efektyvnosti vprovadzhennia medychnykh informatsiinykh system. Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia № 2(26). P. 109–119 [in Ukrainian].

6. Leshchenko O.I., Bondarenko H.S., Peniazhenko V.I. (2017). Analiz problem pobudovy ta zakhystu informatsiinoi rozpodilenoї informatsiinoi systemy medychnykh ustanov. Kiberbezpeka v Ukraini: pravovi ta orhanizatsiini pytannia : materialy Vseukrainskoi naukovy-praktychnoi konferentsii (m. Odesa, 17 lystopada 2017 r.). Odesa : Odeskyi derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav, P. 171–173 [in Ukrainian].

7. Mikhnova A. V., Mikhnov D. K., Chyrkova K. S. (2019). Model spetsializovanoi medychnoi informatsiinoi systemy sluzhby krovi. Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho. Vypusk 5/2019. P. 75–82. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.5.75-82 [in Ukrainian].

8. Levkivskiy V. L. (2020). Kontseptualni polozhennia ta tekhnolohii pobudovy informatsiinoi systemy viddalenoho diahnostuvannia stanu patsientiv. Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho Serii: Tekhnichni nauky Tom 31 (70) № 6 Chastyna 1. P. 105–112. DOI: 10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/18 [in Ukrainian].

9. Kliuchko, O. M. (2020). Medychna informatsiina systema monitorynhu stanu zdorovia naseleння iz zakhystom personalnykh danykh. Medychna informatyka ta inzheneriia, (1), 17–28. DOI: 10.11603/mie.1996-1960.2020.1.11126 [in Ukrainian].

10. Levkivskiy, V.; Marchuk, G.; Kuzmenko, O. and Yu. Levchenko, A. (2023). The System of Automated Diabetes Control. In Proceedings of the 5th Workshop for Young Scientists in Computer Science and Software Engineering – CS&SE@SW; ISBN 978-989-758-653-8; ISSN 2975-9471, SciTePress, pages 41–49. DOI: 10.5220/0012009500003561

11. Elektronna systema okhorony zdorovia v Ukraini. (2023). URL: <https://ehealth.gov.ua/> [in Ukrainian].

12. Medychni informatsiini systemy: ohliad mozhlyvosti i pryklady vykorystannia. (2023). URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/medical-information-systems.html> [in Ukrainian].

13. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. (2018). Personalni dani nadiino zakhyscheni v elektronni systemi okhorony zdorovia. URL: <http://moz.gov.ua/article/reform-plan/personalni-dani-nadijno-zahischni-v-elektronnijsistemi-ohoroni-zdorov'ja> [in Ukrainian].

14. Postanova kabinetu ministriv Ukrainy “Deiaki pytannia elektronnoi systemy okhorony zdorovia” (2018). № 411. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-2018-п#Text> [in Ukrainian].
15. Ukrainska IT kompaniia “Doctor Eleks”. (2023). URL: <https://doctor.eleks.com/ehealth> [in Ukrainian].
16. Medychna informatsiina systema EMCiMED. (2023). URL: <https://emci.ua/products/emcimed/> [in Ukrainian].
17. Informatsiini tekhnolohii dlia medytsyny “MedInfoServis”. (2023). URL: <https://www.infomed.ck.ua/> [in Ukrainian].
18. Medychna informatsiina systema «Neiron». (2023). URL: <https://neuron.aljur.com/> [in Ukrainian].

О. Г. ТРОФИМЕНКО

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій
Національний університет «Одеська юридична академія»
ORCID: 0000-0001-7626-0886

Н. І. ЛОГІНОВА

кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувачка кафедри інформаційних технологій
Національний університет «Одеська юридична академія»
ORCID: 0000-0002-9475-6188

П. О. ТЕСЛЕНКО

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри штучного інтелекту та аналізу даних
Національний університет «Одеська політехніка»
ORCID: 0000-0001-6564-6185

О. С. САВЕЛЬЄВА

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри інтегрованих технологій управління
Національний університет «Одеська політехніка»
ORCID: 0000-0002-0453-4777

В. М. ПОЛЯКОВ

Senior Front End Lead, Krusche & Company
ORCID: 0009-0008-0135-0973

КЛАСИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ У ПРОЄКТАХ ІЗ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Сучасна розробка програмного забезпечення стикається з численними ризиками. Щоб залишатися конкурентними, IT-компанії мають швидко реагувати та мінімізувати можливі ризики провалу. Проєкти з розробки програмного забезпечення мають свою специфіку, пов'язану зі швидкими темпами розробки і з численними змінами під час неї. Природа цих змін є дуже різноплановою. Задля пом'якшення ризиків потрібне визначення можливих ризиків, їх оцінка та план управління ризиками. Класифікація ризиків, тобто групування пов'язаних типів ризиків, сприяє більш ефективному загальному управлінню ними. Вона допомагає виявити загальні джерела ризику, об'єднати ресурси ризику, точніше застосувати стратегії пом'якшення ризику та управляти взаємозв'язком конкретних ризиків. Якщо ризики не класифіковані, може відбуватися ненавмисне збігання або суперечливість роботи з пом'якшення ризиків, що спричинить проблеми, тобто додаткові негативні ризики. Аналіз літератури виявив відсутність єдиного підходу до класифікації ризиків управління проєктами з розробки програмного забезпечення. У більшості наявних класифікацій ризиків не враховується специфіка проєктів із розробки програмного забезпечення, нехтуються ризики кібербезпеки. Автори статті проаналізували наявні підходи до ідентифікації та класифікації ризиків управління проєктами і запропонували багатofакторну класифікацію ризиків у програмних проєктах, в якій враховано специфіку сфери розробки програмного забезпечення. Застосування такої класифікації сприятиме ясності та прозорості у розумінні можливих наслідків, якісній оцінці ризиків, створенню ефективної стратегії реагування на ризики та ефективного пом'якшенню їх. Саме тому керівники програмних проєктів мають знати категорії ризиків та їх роль в управлінні ризиками. Корисно розвивати культуру стійкості до ризиків, яка дозволить компанії адаптуватися та швидко реагувати у разі настання цих ризиків. Систематичне застосування методології управління ризиками та її поширення на всю організацію може забезпечити суттєву конкурентну перевагу в умовах дедалі більшої невизначеності.

Ключові слова: управління ризиками, оцінка ризиків, план управління ризиками, розробка програмного забезпечення, ризики програмного проєкту.

O. G. TROFYMENKO

Candidate of Technical Science, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Information Technologies
National University "Odesa Law Academy"
ORCID: 0000-0001-7626-0886

N. I. LOGINOVA

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Information Technologies
National University "Odesa Law Academy"
ORCID: 0000-0002-9475-6188

P. O. TESLENKO

Candidate of Technical Science, Associate Professor,
Head of the Department of Artificial Intelligence and Data Analysis
Odesa Polytechnic National University
ORCID: 0000-0001-6564-6185

O. S. SAVIELIEVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Integrated Management Technologies
Odesa Polytechnic National University
ORCID: 0000-0002-0453-4777

V. M. POLIAKOV

Senior Front End Lead, Krusche & Company
ORCID: 0009-0008-0135-0973

CLASSIFICATION OF SOFTWARE PROJECT RISKS

Modern software development faces numerous risks. IT companies must respond quickly and minimize the risk of failure to remain competitive. Software development projects have their own specifics associated with the rapid pace of development and numerous changes during it. The nature of these changes is very diverse. Risk mitigation requires identifying potential risks, assessing them, and developing a risk management plan. Risk classification, that is, the grouping of related types of risks, facilitates more effective overall risk management. It helps identify common sources of risk, combine risk resources, more accurately apply risk mitigation strategies, and manage the interrelationship of specific risks. If risks are not classified, there may be an unintentional overlap or conflict of risk mitigation work, causing problems, i.e. additional negative risks. The analysis of the literature revealed the lack of a unified approach to the classification of software development project management risks. Most existing risk classifications do not consider the specifics of software development projects, cybersecurity risks are neglected. The authors of the article analyzed the available approaches to the identification and classification of project management risks and proposed a multifactor classification of risks in software projects, which considers the specifics of the software development area. The use of such a classification will contribute to clarity and transparency in the understanding of possible consequences, a qualitative assessment of risks, creation of an effective strategy for responding to risks and their effective mitigation. Therefore, project managers need to be aware of risk categories and their role in risk management. It is useful to develop a risk-resilient culture that allows the company to adapt and respond quickly when these risks occur. The systematic application of risk management methodology and its distribution throughout the organization can provide a significant competitive advantage in conditions of increasing uncertainty.

Key words: risk management, risk assessment, risk management plan, software development, software project risks.

Постановка проблеми

На сьогодні програмне забезпечення стало невіддільною частиною нашого життя через повсюдне використання цифрових продуктів та послуг. Сучасні програмні технології стрімко розвиваються й сприяють появі та безпрецедентному поширенню різноманітних цифрових продуктів. Ця тенденція спостерігається в більшості сфер життєдіяльності людей. При цьому проекти, орієнтовані на використання програмного забезпечення, ніколи не стають завершеними, оскільки вебсайти та мобільні застосунки продовжують розвиватися й оновлюватися відповідно до появи новітніх технологій і вимог клієнтів. Ринок програмного забезпечення стрімко розвивається, а сучасна розробка програмного забезпечення стикається з численними ризиками через гіперконкурентне середовище, яке зосереджується на досвіді клієнтів і скороченні часу виходу на ринок. Щоб залишатися конкурентними, ІТ-компанії мають швидко реагувати на вимоги клієнтів, впроваджувати новітні технології і при цьому враховувати та мінімізувати можливі ризики провалу.

Проекти з розробки програмного забезпечення (ПЗ) мають свою специфіку, пов'язану зі швидкими темпами розробки і з численними змінами під час неї. Природа цих змін є дуже різноплановою: від втілення новітніх ідей у реальність задля просування своїх компаній та суспільства в цілому і до збоїв у кібербезпеці, геополітичних криз, екстремальних погодних умов та пандемій. Оскільки зараз зміни відбуваються дуже стрімко, управління ризиками у проектах із розробки ПЗ є вкрай важливим. Задля пом'якшення ризиків потрібне визначення можливих ризиків, їх оцінка та план управління ризиками. Вчасне реагування, виявлення та врахування тих чи інших ризиків дозволить заощадити значні кошти та запобігти репутаційним втратам для бізнесу. Але для цього потрібен постійний всебічний моніторинг для виявлення, оцінки та пом'якшення ризиків протягом усього життєвого циклу програмного проекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблеми та аспекти ідентифікації ризиків під час управління проектами в різний час були розглянуті в численних наукових публікаціях вітчизняними і закордонними вченими. Автори статті [1] дійшли висновку, що використання категорій ризиків для їх ідентифікації та документування створює всебічне розуміння того, як в управлінні проектом реагувати на ризик для зменшення його впливу. У дослідженні [2] пропонується оцінювати ризики управління проектом за п'ятьма критеріями: 1) ризикована подія, що може статися і вплинути на проект; 2) часові рамки ризику; 3) ймовірність настання; 4) очікуваний вплив; 5) фактори, які можуть попередити або спровокувати ризиковану подію. Дослідження [3] класифікує ризики у розробці ПЗ за п'ятьма видами: бюджетні, операційні, технічні, програмні та розкладу. Автори статті [4] стверджують, що групування ризиків зі схожими характеристиками є фундаментальним для діяльності будь-якої інженерної системи, і класифікувати ризики у середовищі програмної інженерії слід за такими категоріями: стратегічні, фінансові, програмні, операційні, технологічні, технічні, зовнішні, екологічні, організаційні, проектні, регуляторні, будівельні та проїзду. У роботі [5] запропоновано використовувати дві загальні категорії ризиків, у кожній з яких згруповано декілька типів ризиків: 1) ризики на основі джерела (внутрішні, зовнішні, технічні, нетехнічні, галузеві, загальні) та 2) ризики на основі впливу на проект (графіку, вартості, якості, сфери застосування, ресурсів). У статті [6] ризики класифіковано за такими основними категоріями: вимог, персоналу, технологічні, політичні. Дослідження [7] пропонує класифікувати ризики в IT-проектах за чотирма типами: 1) обсягу; 2) планування; 3) ресурсні; 4) технологічні. Автори статті [8] пропонують класифікувати ризики за шістьма факторами: унікальність, складність, припущення та обмеження, люди, стейкхолдери, зміни. Дослідження [9] пропонує ризики циклу розробки ПЗ класифікувати через зв'язок з одним із трьох компонентів (дані, людина, система) і при цьому враховувати ступінь впливу і відповідальності результатів оцінки ризиків для різних методологій розробки ПЗ. Автори роботи [10], намагаючись звузити класифікацію ризиків, поділивши їх на два типи: явні та неявні проблеми ризику.

Проведений аналіз наявних досліджень свідчить про відсутність єдиного підходу до класифікації ризиків управління проектами, формування реєстру ризиків та створення ієрархічної структури ризиків. Через часті зміни, з одного боку, та широке розмаїття сфер застосування і засобів розробки програмного забезпечення, з іншого, наразі використовуються різні підходи до класифікації ризиків у сфері розробки програмних проектів. Численні публікації з цього приводу свідчать про важливість вирішення завдання управління ризиками при розробці ПЗ, а повсюдне впровадження інформаційних технологій потребує підвищеної уваги до цього напрямку, і відповідно, більш глибокого висвітлення питань ризик-менеджменту IT-індустрії. Проте наразі спостерігається відсутність комплексного і системного підходу до проблеми критерізації й ідентифікації ризиків при розробці ПЗ.

Мета роботи

Порівняльний аналіз підходів щодо ідентифікації ризиків управління проектами та формування класифікації ризиків в програмних проектах з урахуванням специфіки сфери розробки ПЗ.

Викладення основного матеріалу дослідження

Провідна професійна асоціація з управління проектами (Project Management Institute, PMI), яка є найбільшою професійною організацією у сфері управління проектами, визначила управління ризиками та управління якістю двома основними напрямками Зводу знань про управління проектами (Project Management Body of Knowledge, PMBOK) [11, 12]. З іншого боку, для допомоги організаціям в інтеграції ефективної структури прийняття рішень в управлінні ризиками 2018 року розроблено міжнародний стандарт ISO 31000 [13], на якій організації можуть орієнтуватися у своїй практиці управління ризиками задля надійного забезпечення принципів ефективного менеджменту та корпоративного управління.

Відповідно до термінології управління проектами, рекомендованої PMI, ризик – це невизначена подія або умова, яка, якщо вона трапиться, матиме позитивний або негативний вплив на одну або більше цілей проекту, а управління ризиками – це процес мінімізації будь-яких потенційних проблем, які можуть негативно вплинути на графік проекту [14]. Ризиком може бути будь-яка несподівана подія, яка може вплинути на людей, процеси, технології та ресурси, залучені до проекту. На відміну від проблем, які обов'язково виникнуть, ризики – це події, які можуть відбутися, і неможливо сказати, коли саме. Через цю невизначеність ризики проекту вимагають певної

підготовки для ефективного управління ними. Отже, управління ризиками в управлінні проектами – це певна підготовка до перешкод і проблем, які можуть завадити успіху проекту, та їх вирішення.

Діяльність з управління ризиками охоплює такі основні етапи: виявлення ризиків, їх оцінювання, вибір методів та засобів управління, запобігання, контролювання, фінансування, оцінювання результатів. Ризики можуть бути позитивними (можливості) або негативними (загрози). Оптимізоване реагування на ризики полягає в постійному оцінюванні ризиків, щоб максимізувати позитивний вплив та мінімізувати негативний вплив на проект та його результати. Отже, по-перше, треба визначити ризики, по-друге, провести комплексну оцінку ризиків, а, по-третє, варто підготувати відповідний план управління ризиками, який можна буде активувати у разі настання проблеми.

Для виявлення потенційних ризиків варто скласти список усіх можливих ризиків. Під час процесу планування проекту керівнику проекту (проектному менеджеру, ПМ) варто попросити допомоги у команди і провести мозковий штурм із досвідченими учасниками проекту та іншими зацікавленими сторонами. Поширеним для цього є використання метода Кроуфорда – простого, проте ефективного способу збору і порівняння пропозицій та ідей. При цьому важливо тут не нехтувати співпрацею команд із різних відділів.

Початкове виявлення ризиків у проекті варто провести якомога раніше, а надалі постійно оновлювати протягом усього життєвого циклу проекту, оскільки ризики впливають на його важливі етапи. Звичайно з часом і з досвідом у компанії накопичується власний каталог можливих ризиків, з якими вона стикалася у завершених проектах.

При визначенні ризиків корисним для визначення сфер, схильних до ризиків, є класифікація ризиків по категоріях і різновидах. Категорії ризиків – це конкретні елементи в рамках проекту або його робочого середовища, які можуть піти не так під час планування, реалізації або подальших етапів діяльності [15]. Категорії ризику охоплюють різні сфери: витрати, програмне та апаратне забезпечення, наявний персонал, графік тощо. Вони враховують складові, необхідні для створення успішного проекту, і можливі наслідки у разі, якщо одна або кілька складових відхиляться від наміченого курсу поведінки. Зібрані по категоріях ризики забезпечують послідовний спосіб відстеження того, що може статися з великими обсягами даних, а також розуміння та бачення того, де і коли потрібно пом'якшити відповідний ризик. Відстеження ризиків на рівні категорії дещо спрощує управління ризиками. За допомогою категорій простіше групувати ризики для відстеження та визначення їх пріоритетів.

Дослідження та аналіз ознак сучасних ризиків у проектах із розробки ПЗ дозволили згрупувати їх у чотири категорії (рис. 1).



Рис. 1. Категорії ризиків у проектах із розробки ПЗ

Програмно-технічні ризики пов'язані з функціональністю та продуктивністю програмного продукту чи то його складової, а також з технічною складовою забезпечення його розробки. При визначенні переліку таких ризиків варто відповісти на питання [5]: 1) чи достатньо є апаратного забезпечення для всіх членів команди; 2) чи є фахівці для усунення різного роду програмних, апаратних чи то якихось технічних збоїв, які можуть виникнути; 3) чи є доступ до зовнішніх постачальників, які можуть допомогти; 4) чи створено зручні у користуванні довідкові керівництва для впровадження проекту тощо. Приклади таких ризиків: проблеми з оновленням ПЗ, зміненням параметрів безпеки мережі, безпекою даних (можливі витіки, пошкодження), зміною вартості ліцензії на ПЗ, апаратна поломка, неузгодженість форматів даних, зміна вимог до аудиту, підключення та доступ до мережі, несумісність платформ тощо. Здебільшого причини програмно-технічних ризиків пов'язані з частими змінами вимог, недостатністю кваліфікованих працівників чи то програмно-апаратного забезпечення, високою складністю в реалізації, неправильною інтеграцією модулів, вразливостями кібербезпеки тощо. Різновидами програмно-технічних ризиків є:

- *програмні ризики* – одні з найважливіших ризиків у проєктах із розробки ПЗ. Вони охоплюють доволі широкий спектр можливих ризиків, оскільки стосуються як розроблюваного програмного продукту, так і узгодженої роботи різноманітного ПЗ, використовуваного під час всього життєвого циклу розробки ПЗ: починаючи від програмних засобів для документування вимог і спілкування з членами команди та іншими стейкхолдерами й закінчуючи різними інструментами тестування та розгортання. Це різні програмні фреймворки, бібліотеки, бази даних, системи контролю версій, хмарні сховища, текстові, табличні та графічні редактори, месенджери та ще доволі широкий перелік специфічного ПЗ, набір якого залежить від характеру розроблюваного програмного продукту. До того ж сюди варто додати інструменти для оптимізації процесів ІТ-компанії і безперебійної роботи над проєктами у командах, серед яких найбільш поширеними нині є: Jira, Trello, Airtable, Worksection, Asana тощо. Ці інструменти дозволяють оптимізувати спілкування з клієнтами, а також керувати даними, пов'язаними з клієнтами, наприклад, збирати відгуки клієнтів для кращого реагування на їхні потреби. Що стосується розроблюваного ПЗ, то поширеним є ризик погано продуманого, інтуїтивно незрозумілого або непривабливого UX/UI дизайну продукту. Для усунення цього ризику варто провести глибокий аналіз потреб цільової аудиторії готового продукту, що дозволить врахувати певні особливості при розробці інтерфейсу та зручності використання продукту. Іншим поширеним ризиком, пов'язаним із розробкою ПЗ, є проблеми з кодуванням через низьку якість коду і поганий стиль програмування. На практиці програмний продукт часто розробляється одними програмістами, а вдосконалюється і підтримується іншими. Крім того, технічне обслуговування є найтривалішим етапом життя програмного продукту. Якість оригінального коду сильно впливає на вартість обслуговування. Програми з низькою якістю коду можуть спричинити серйозні проблеми в програмних системах;

- *технічні ризики* стосуються будь-яких аспектів роботи та збоїв у роботі численного апаратного забезпечення, залученого як для розробки програмного забезпечення, так і для нормального функціонування структурних підрозділів ІТ-компанії. Оскільки спектр та кількість використовуваного апаратного забезпечення є доволі масштабним, і здебільшого таке устаткування є тісно взаємопов'язаним із технологічним циклом розробки ПЗ, то нехтувати цією групою ризиків для ІТ-проєктів неприпустимо. До того ж варто зважати на те, що під час тривалого життєвого циклу розробки ПЗ відбувається постійна міграція та оновлення відповідної апаратної складової. На ринок виходять нові технологічні продукти і рішення, з'являються нові гаджети, на яких буде використовуватись створюване ПЗ, що потребує перегляду і врахування усіх параметрів під час розробки оновлень ПЗ та відповідного додаткового тестування [16]. Все зазначене є причиною того, чому ІТ-компанії вважаються організаційними середовищами високого ризику [4];

- *ризики сумісності* роботи численних ІТ-компонентів є специфічною проблемою, з якою стикаються команди розробки ІТ-проєктів, через складні залежності між ІТ-складовими: обладнанням, програмним забезпеченням, мережами, даними. На практиці програмні проєкти неминуче стикаються з помилками та проблемами їх взаємодії, не кажучи вже про численні оновлення, версії та випуски програмного забезпечення [17]. Як приклад, необхідність узгодженої взаємодії різних комп'ютерів, принтерів, планшетів, смартфонів із різними версіями операційних систем, драйверів та утиліт у рамках великої організації, де працюють тисячі різних подібного роду пристроїв;

- *мережеві ризики* зумовлені повсюдним використанням інтернет-технологій. Нині більшість програмно керованих пристроїв налаштовуються і керуються клієнтами через інтернет-мережу. Це потребує постійного доступу до мережі через Wi-Fi, 4G або 5G. Змінення параметрів безпеки мережі зазвичай впливає на всіх кінцевих користувачів або на всі кінцеві сервери, при чому цей вплив значний, адже все, що під'єднано до мережі, з одного боку, зручно оновлювати, змінюючи прошивки, а, з іншого боку, небезпечно з точки зору вразливості;

- *ризики кібербезпеки* розглядають можливі безпеки через неналежний захист даних від зовнішніх атак. Сучасний цифровий світ побудований на даних – їх зборі, зберіганні, аналізі, розумінні та безпечному обміні. Більшість програмних систем нині потребують та використовують різного роду конфіденційні дані клієнтів. Що стосується спеціального ПЗ для банківської галузі, медичних, освітніх та професійних сфер, то там персональні дані є невіддільною частиною роботи програмних систем [18]. Витоки даних таких систем сильно б'ють по репутації та чинять велику шкоду організаціям [19]. Так, за даними IBM Security, середня загальна вартість витоку даних 2022 року становила 4,35 млн доларів США [20]. Велика складність забезпечення надійної кібербезпеки програмних систем зумовлена різними чинниками, насамперед безліччю загроз від зловмисників, як-от: фішингові шахрайства та шахрайства з видаванням себе за іншу особу, програми-вимагачі, порушення безпеки в хмарі, зловмисне ПЗ для мобільних пристроїв тощо [21]. Дієвим фактором для зміцнення кібербезпеки є розроблення дорожньої карти кіберзахисту для визначення області потенційних уразливостей, пошуку нових можливостей протистояння кіберзагрозам, оцінки безпеки продукту. Також важливим є формування та підтримка культурного рівня обізнаності співробітників і клієнтів про кібербезпеку та дії щодо запобігання кіберзагрозам. Нині в ІТ-компаніях все більше уваги приділяється інвестиціям у проєкти з кібербезпеки. Управління ризиками кібербезпеки має враховувати багато різних речей та вимагає певних зусиль, щоб максимально пом'якшити ризики.

Зовнішні ризики стосуються всього, що може вплинути на проєкт, хоча і є поза прямим контролем компанії. Вони переважно стосуються проблем, які можуть виникнути у субпідрядників або постачальників, наприклад,

у разі їх можливої зміни і того, як це вплине на проєкт. Також вони стосуються можливих законодавчих змін щодо фіскальної політики, міждержавних договорів, війн, світових коливань цін на енергоносії, пандемій тощо. Адже не існує жодного програмного проєкту, який був би на 100% ізольований від впливу зовнішніх змін. Більшість зовнішніх ризиків є непередбачуваними: раптові зміни ринку, поява конкурентного програмного продукту, впровадження нових законодавчих актів, зміни поведінки та пріоритетів споживачів, кліматичні, екологічні чи соціальні катаклізми. Так, російсько-українська війна є прикладом зовнішнього ризику, яка суттєво вплинула на більшість ІТ-проєктів (персонал, ланцюги постачання, клієнти, перебої з енергоносіями, непередбачені витрати). Можна виділити декілька різновидів зовнішніх ризиків:

- *ризиків із зовнішніми групами зацікавлених сторін* (постачальниками, клієнтами) переважно стосуються впливу можливих міжорганізаційних проблем у постачальників, затримки консультантів або підрядників, порушення ланцюга постачання. Зовнішні зацікавлені сторони – це особлива група людей, які формують вимоги, очікування та цілі проєкту. Їхні вимоги можуть відрізнятись, збігатися та іноді суперечити одна одній, що призводить до ризиків під час виконання та здачі проєкту. Для цього важлива постійна взаємодія зі стейкхолдерами для своєчасного виявлення можливого конфлікту інтересів, прийняття рішень і вирішення проблем;

- *стратегічні ризики* – є зовнішніми оперативними ризиками, які можуть вплинути на стратегічний напрям і виживання компанії. Фактори цього типу зовнішніх ризиків охоплюють ризики через хибні бізнес-рішення і як наслідок злиття та поглинання структурних підрозділів і навіть компаній. За даними дослідження [22] відсоток невдач від злиття і поглинань становить від 70% до 90% угод через неможливість реалізації очікуваної від них вигоди. Прикрим прикладом невдалого злиття з мільярдними збитками є угода між eBay і Skype. Враховуючи кількість грошей, інвестованих у такі підприємства, сам факт більшості невдач свідчить про наявне погане управління ризиками. До того ж, крім спричинених фінансових втрат, невдалі стратегічні бізнес-рішення спричиняють подальші репутаційні ризики. Проте, тут можна навести і декілька вдалих прикладів інтеграції злиття ІТ-компаній, наприклад: Apple і Shazam або IBM і Red Hat. Щодо репутаційних ризиків, то вони можуть стосуватися: проблем управління зацікавленими сторонами, медійних скандалів та негативного висвітлення в ЗМІ, втрати довіри клієнтів та довіри інвесторів через негативний досвід тощо;

- *зовнішні фінансові ризики* можуть вплинути на бізнес з позиції його загальної фінансової життєздатності. Ці зовнішні ризики пов'язані з ринком, на якому працює організація (ринкові ризики), а також здатністю використовувати позики (кредитні ризики) [4]. Прикладами зовнішніх фінансових ризиків можуть бути: неочікувані дії конкурентів, витрати внаслідок відсутності активів і невідомих зобов'язань, невизначена податкова позиція, тиск ринку, непередбачені зміни фінансування тощо. Переважно фінансові ризики є добре зрозумілими для управління ризик-менеджером, завдяки численним фінансовим інструментам і методам управління ними;

- *юридичні ризики* стосуються різних можливих нормативно-правових, політичних, геополітичних криз, макроекономічних змін, які опосередковано можуть впливати на проєкт. Наприклад: зміни фіскальної політики, загрози судових позовів та процесів, зміни політичних факторів, ризики інтелектуальної власності, розірвання угоди через антимонопольне законодавство тощо;

- *екологічні ризики* для ІТ-проєктів не такі часті, як для інших проєктів, проте зважати на них варто. Так, пандемія COVID-19 є прикладом такого зовнішнього ризику (глобальна криза охорони здоров'я), який суттєво вплинув на більшість ІТ-проєктів (персонал, ланцюги постачання, витрати тощо). Хоча лідери компаній знали про такого роду ризики, проте ніхто не уявляв, які величезні втрати зазнає світ через коронавірус. Це вказує на потребу нового мислення для виявлення, управління та пом'якшення ризиків протягом усього життєвого циклу проєкту. До цього виду ризиків також відносять екстремальні погодні умови, кліматичні катаклізми та катастрофи з екологічних причин: масштабні пожежі, проблеми сукупного впливу на навколишнє середовище, проблеми з якістю води та повітря, і як наслідок очікуваний негативний вплив на людей.

Організаційні ризики стосуються організаційної зрілості керівників проєкту та зацікавлених сторін, навичок, професіоналізму та навчання персоналу, аспектів загальних ресурсів компанії, які можуть вплинути на реалізацію проєкту. Усі проєкти виконуються людьми, включаючи членів проєктної групи та керівництво, клієнтів і замовників, постачальників і субпідрядників, які є певною мірою непередбачувані та вносять невизначеність у проєкти, над якими вони працюють. Організаційні ризики пов'язані з порушеннями внутрішніх процедур і систем в організації, будь-то компанія, департамент, підрозділ, команда чи група друзів у стартапі. До цих ризиків відносять:

- *ризиків з персоналом* стосуються: недостатності персоналу, необхідного для вчасного завершення проєкту; помилок через недосвідченість фахівців, призначених на виконання ключових завдань; втрати одразу декількох членів команди на вирішальному етапі проєкту, наприклад, у разі їх хвороби чи то інших життєвих колізій; зміни персоналу протягом проєкту тощо;

- *ризиків недотримання графіка* та своєчасної здачі програмного продукту. Наприклад, коли недостатньо часу для планування або коли зацікавлені сторони вимагають пізніх змін з тих чи то інших причин. До цієї групи також відносять можливі проблеми через внутрішню бюрократичну тяганину і, як наслідок, затримки в отриманні погоджених рішень;

- *бюджетні ризики* можуть стосуватися проблем розподілу та достатності фінансування і ресурсів, проблем з постачанням, своєчасної оплати витрат у повсякденній бізнес-діяльності або того, що впливові стейкхолдери вимагатимуть додаткових витрат для власних комерційних цілей;

- *ризики планування* стосуються мінливості процесів всередині організації, її пріоритетів, зміни вимог та залежностей у проєкті, потреби впровадження новітніх технологій і переходу на них під час роботи над проєктом, що може спричинити збої через несумісність інтерфейсів систем, конфлікт версій, необізнаність роботи з ними тощо. До цієї групи можна віднести ризики непередбаченого перенавантаження керівника проєкту, збої управління, появи нового більш пріоритетного проєкту тощо.

Проєктні ризики стосуються того, як працює команда над проєктом і які внутрішні аспекти команди можуть вплинути на успіх проєкту. Тут передусім варто враховувати можливі міжособистісні проблеми членів команди, а також те, як вони можуть вплинути на результати. Ці ризики стосуються проблем сформованої у колективі культури та моралі команди проєкту, наявності чи то відсутності узгодженої роботи та чітких каналів зв'язку між членами команди. Різновидами проєктних ризиків є:

- *ризики цілей проєкту* загалом пов'язані зі складністю або неможливістю досягнення вимог замовника через погане або неповне визначення мети, обсягів, потреб та результатів проєкту, помилки у формуванні графіку та плануванні кошторису, складності одночасної роботи над багатьма програмними проєктами, незаплановану роботу, відсутність контролю над пріоритетами персоналу. Відомо, що понад третину проєктів зазнають невдачі через відсутність чітких цілей [23]. Сюди можна додати проблеми через відсутність підтримки вищого керівництва, його тиск з метою виконання проєкту за прискореним графіком, відсутність координації/комунікації з проєктною командою. Наявність чіткої проєктної документації допомагає ПМ розробити ефективну стратегію для встановлення основних етапів і параметрів якості та кількісної оцінки прогресу проєкту;

- *ризики операційні* стосуються управлінських критеріїв, ділової діяльності керівників проєкту, питань бізнес-процесів, бізнес-інтеграції, організаційних змін, планування та контролю виконання. Важливим тут є визначення пріоритетів завдань і підготовка команди до найімовірніших перешкод задля швидкого подолання проблем та успішного завершення проєкту. Ризики цієї групи можуть бути спричинені недостатнім кваліфікаційним рівнем ПМ, проблемами планування, нечіткістю вимог і поганою комунікацією всередині колективу, а, як наслідок, розповзання обсягів проєкту, перевищення бюджету, порушення графіку проєкту. За даними статистики [24], 32% проєктів зазнають невдачі через погане управління проєктами. Тому до ПМ висуваються високі вимоги. Він має поєднувати в собі риси та навички стратега і тактика, бути глибоко залученим у проєкт, ефективно спілкуватися з командою, створювати міцну організаційну структуру й впроваджувати детальні процеси документування. Немаловажним є наявність у ПМ лідерських та аналітичних здібностей. Залежно від обсягу та складності проєкту, значна частина управління ризиками керівником проєкту полягає в тому, щоб приділити увагу деталям, водночас пам'ятаючи про загальну картину. Корисно мати детальний план пом'якшення таких ризиків, щоб проєкт не закінчився провалом. Спеціальне програмне забезпечення для планування проєкту може допомогти уникнути багатьох ризиків, які можуть виникнути у проєкті;

- *ризики культури спілкування* стосуються формування прозорого робочого середовища, відкритих каналів комунікації та можливостей для членів команди висловлювати своє бачення без страху бути покараним. Команди проєктів складаються з багатьох людей, які мають різні навички, темпераменти, інтереси, знання, досвід. Важливо створити і підтримувати сприятливе для співпраці середовище однодумців. Для формування такого середовища важливим є організаційна і професійна культура, на основі яких формується власна командна культура, яка дає змогу людям працювати разом і забезпечує синергетичний ефект від взаємодії. Одним із наслідків поганого управління проєктами, відсутності комфортного робочого середовища може бути плінність кадрів: ключові розробники проєктів залишають команду, не передаючи нікому важливу інформацію про проєкт, що тягне за собою затримки в розробці, недотримання термінів і бюджету. Тому важливим є індивідуальне та командне навчання для обміну знаннями й досвідом, що, врешті-решт, забезпечує гарні результати проєкту. Запровадження інструментів співпраці має життєво важливе значення для підтримки стейкхолдерів, створення централізованого центру керування змінами, встановлення чіткої комунікації. Надійність ПМ не в останню чергу означає активне виявлення конфліктів між особистісними інтересами та інтересами організації чи клієнтів. Приблизно 29% проєктів зазнають невдачі [25] через погану комунікацію численних стейкхолдерів. Керівникові проєкту для вирішення можливих розбіжностей між стейкхолдерами мирним шляхом варто послуговуватись стратегіями керування очікуваннями та звітності [26] перед відповідною групою стейкхолдерів:

- о *клієнти*: головним тут є знання про потреби клієнта, його культуру та можливі больові точки бізнесу. Такі дані варто зібрати і задокументувати ще до початку виконання проєкту. Це допоможе уникати або швидко вирішувати можливі конфлікти;

- о *члени команди проєкту*: ключ до керування очікуваннями команди – постійне спілкування з ними. ПМ варто запланувати неформальні зустрічі віч-на-віч із кожним учасником, щоб розуміти настрої та можливі проблеми

в групі. Для зменшення комунікаційних ризиків варто вибрати зручну для всіх платформу для спілкування і співпраці, спростити комунікаційні потоки проєкту, що дозволить команді бути ефективною;

о *керівники*: тут варто спочатку подати керівництву комплексний план з основними етапами роботи, а надалі постійно інформувати їх про можливі ризики проєкту на основі їхніх інформаційних потреб;

о *менеджери ресурсів*: ключовим тут є встановлення хороших стосунків. Якщо у ПМ хороші стосунки з менеджером ресурсів, то запити на обладнання чи робочу силу не будуть блокуватися.

Слід зазначити, що перелік ризиків розробки ПЗ та методів їх зменшення не є вичерпним і може доповнюватися залежно від складності проєкту, галузі та зовнішніх обставин. Проте високий рівень компетентності ПМ та продумана стратегія управління ризиками значно знижує вплив ризиків на проєкт.

Специфіка ризиків у проєктах із розробки ПЗ зумовлена тим, що кожен проєкт є унікальним, позаяк має принаймні деякі елементи, які раніше не реалізувалися, і, природно, з цими елементами пов'язана невизначеність. Загальною проблемою для всіх програмних проєктів є нерозуміння та/або неврахування нефункціональних вимог, таких як продуктивність, масштабованість, відмовостійкість, моніторинг і перевірка якості. Ці вимоги настільки ж критичні, як і функціональні та бізнес-вимоги, щоб гарантувати, що досвід кінцевого користувача відповідатиме його очікуванням. Сюди варто додати, що сучасні програмні проєкти переважно є складними, оскільки мають інтегруватися з багатьма зовнішніми системами, наприклад, платіжними системами, месенджерами, хмарними сервісами тощо. Командам, які розробляють комерційні програмні продукти, необхідно збалансовувати швидкість розробки, безпеку (включно з конфіденційністю даних) і взаємодію з користувачем. Неможливість успішного виконання одного чи декількох з цих трьох завдань, скоріш за все, призведе до провалу проєкту [27]. До того ж вимоги до програмних проєктів можуть змінюватися. Кожен програмний проєкт є агентом змін, який рухається від відомого теперішнього до невідомого майбутнього з усією невизначеністю, пов'язаною з таким рухом. Знати чи передбачити все, що зміниться за таких умов, неможливо. Аналіз та виявлення ризиків програмного проєкту передбачає створення низки припущень щодо майбутнього. Припущення можуть виявитися хибними, і ймовірно, що деякі з них залишаться прихованими, тобто певним джерелом невизначеності. Усі ці аспекти створюють для програмних проєктів додаткові фактори ризику, до яких треба адаптуватися.

Висновки

Класифікація ризиків, тобто групування пов'язаних типів ризиків, сприяє більш ефективному загальному управлінню ними. Вона допомагає виявити загальні джерела ризику, об'єднати ресурси ризику, точніше застосувати стратегії зменшення (пом'якшення) ризику та управляти взаємозв'язком конкретних ризиків. Якщо ризики не класифіковані, може відбуватися неавтоматичний збіг або суперечливість роботи з пом'якшення ризиків, що спричинить проблеми, тобто додаткові негативні ризики. Групування ризиків за категоріями та різновидами допомагає створити ефективніші стратегії реагування на ризики, дозволяючи команді проєкту зосередитися на типах із найвищим ризиком, або напрацювати загальну реакцію для будь-яких ризиків певного типу. Перевагами такого підходу є підвищення ефективності використання часу команди проєкту та точніша робота з управління ризиками в цілому. Саме тому ПМ повинні знати категорії ризиків та їх роль в управлінні ризиками.

Оскільки всі проєкти піддаються ризику, успішними є ті проєкти, в яких цим ризиком управляють правильно. Систематичне застосування методології управління ризиками та її поширення на всю організацію може забезпечити суттєву конкурентну перевагу в умовах дедалі більшої невизначеності. Спеціалісти-практики з управління проєктами шукають нові ефективні та гнучкі інструменти управління ризиками для підтримки своєї повсякденної роботи, але наразі не існує універсального інструмента, який би задовольнив усі їхні потреби. Нині ризики є лише частиною повсякденної роботи щодо управління ними, їх оновлення та пом'якшення. Постійно виникають ризики, про які раніше навіть не чули. Змінюються менталітет і культура, з'являються нові погляди на ризики з позиції адаптації та пошуку в них нових можливостей, щоб забезпечити конкурентоспроможність і зберегти зацікавленість клієнтів у створюваних програмних продуктах. Корисно розвивати культуру стійкості до ризиків, яка дозволить компанії адаптуватися та швидко реагувати у разі настання цих ризиків. Всі члени колективу (менеджери, керівники, розробники, тестувальники та ін.) повинні розуміти ризики, пов'язані зі своїми завданнями, і те, який вплив це може мати не лише на них, а й на всі команди проєкту організацію чи на компанію. Виходячи з притаманних сильних і слабких сторін компаній, варто узгодити стратегії управління ризиками, які дозволять керівникам проєктів робити програмні проєкти успішними. Концепції та навички мають бути вплетені в повсякденне прийняття бізнес-рішень і стати самокоригованими та самодостатніми для постійного вдосконалення програмних продуктів і послуг. Саме тому надалі управління ризиками ставатиме все більш і більш важливим, як і інструменти для визначення ризиків, управління ними, а особливо для визначення дій щодо реагування на них.

Список використаної літератури

1. Crispin G. The Essence of Risk Identification in Project Risk Management: An Overview. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 2020, no. 9, pp. 1553-1557. <https://doi.org/10.21275/SR20215023033>.

2. Project Risk Assessment (Ultimate Guide to Project Risk, P. 1). URL: <https://www.wrike.com/blog/ultimate-guide-to-project-risk-part-1-risk-assessment>
3. Different types of risks in Software Project Development. URL: <https://geeksforgeeks.org/different-types-of-risks-in-software-project-development>
4. Zvonko K., Kafol C. Types of Risk in a System Engineering Environment and Software Tools for Risk Analysis. *Procedia Engineering*, 2014, no. 69, pp. 177-183. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.218>.
5. Bell M. Risk Types in Project Management, 2022. URL: <https://projectmanagementacademy.net/resources/blog/risk-types-in-project-management>
6. Грицюк Ю. І., Далявський В. С. Формалізація процесу управління ризиками розроблення програмного забезпечення. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 28(11). С. 135-154. <https://doi.org/10.15421/40281124>.
7. Wikarsa L. Risk Management for IT Projects. URL: https://researchgate.net/publication/328653592_Risk_Management_for_IT_Projects
8. Stojcetovic B., Mistic M., Živče Š., Lazarević D., Zubac D. Managing of risks and quality in projects. *8th International quality conference*, 2014, pp. 201-207.
9. Коваленко О. В. Методи якісного аналізу та кількісної оцінки ризиків розробки програмного забезпечення. *Збірник наукових праць «Системи управління, навігації та зв'язку*. 2018. № 3. С. 116-125. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.3.116>.
10. Alkhuraji Sh. L. Incorporating Knowledge Networks to Address Risk associated with Decision-Making in IT Projects. *International Conference on Decision Support System Technology (ICDSST'2016)*, Plymouth, UK, 2016, pp. 1-7.
11. PMBOK® Guide. URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>.
12. Product Management and Project Management: Alignment and Differences. URL: <https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/product-and-project-management>.
13. ISO 31000 Risk management. URL: <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html>.
14. PMI Lexicon of Project Management Terms. URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/lexicon>.
15. Bishop K. 4 Types of Risk Categories in Project Risk Management. URL: <https://fool.com/the-ascent/small-business/project-management/articles/risk-categories>
16. Трофименко О. Г., Пастернак Ю. Ю., Манаков С. Ю., Лобода Ю.Г. Автоматизація тестування веб-сайтів електронної комерції. *Сучасна спеціальна техніка*. 2021. № 2(65). С. 46-59. [https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2021.2\(65\).5](https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2021.2(65).5)
17. Ситник В. А., Тесленко П. О., Бедрій Д. І, Шерстюк О. І. Управління прототипуванням та ризиками ІТ-проектів з відкритим кодом. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2018. № 3(67). С. 116-128.
18. Трофименко О. Г., Логінова Н. І., Манаков С. Ю., Дубовой Я. В. Кібезагрози в освітньому секторі. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2022. № 4(16). С. 76-84. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.16.7684>.
19. Трофименко О. Г., Логінова Н. І., Манаков С. Ю., Янковський О. Г. Кіберризиками в освітньому секторі. *Сучасна спеціальна техніка*. 2022. № 2(69). С. 111-117. [https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2022.2\(69\).10](https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2022.2(69).10).
20. Gordon Y., Jasny M. From Ransomware to Mobile Malware: Emerging Cybersecurity Risks. Project Management Institute (PMI). URL: <https://pmi.org/learning/training-development/projectified-podcast/podcasts/from-ransomware-to-mobile-malware-emerging-cybersecurity-risks>
21. Трофименко О. Г., Дика А. І., Лобода Ю. Г. Аналіз уразливостей та проблем безпеки вебзастосунків. *Системні технології*. 2023. № 3(146). С. 25-37. <https://doi.org/10.34185/1562-9945-3-146-2023-03>.
22. Guide on Mergers and Acquisitions Risks: Lessons Learned from Failed Transactions. URL: <https://datarooms.org/vdr-blog/risks-in-merger-and-acquisition>
23. 95 Essential Project Management Statistics: 2023 Market Share & Data Analysis. URL: <https://financesonline.com/35-essential-project-management-statistics-analysis-of-trends-data-and-market-share/>
24. Kononenko V. 7 main types of software development risks, 2022. URL: <https://computools.com/software-development-risks>
25. Success in Disruptive Times. Expanding the Value Delivery Landscape to Address the High Cost of Low Performance. URL: <https://pmi.org/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2018.pdf>
26. What Is Project Stakeholder Management? FAQ. Project Management Guide. URL: <https://www.wrike.com/project-management-guide/faq/what-is-project-stakeholder-management>
27. 16 Obstacles To A Successful Software Project (And How To Avoid Them). URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/06/21/16-obstacles-to-a-successful-software-project-and-how-to-avoid-them/?sh=76aa87581915>

References

1. Crispin G. (2020) The Essence of Risk Identification in Project Risk Management: An Overview. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, no. 9, pp. 1553-1557. <https://doi.org/10.21275/SR20215023033>.
2. Project Risk Assessment (Ultimate Guide to Project Risk, P. 1). Access mode: <https://wrike.com/blog/ultimate-guide-to-project-risk-part-1-risk-assessment>
3. Different types of risks in Software Project Development. Access mode: <https://geeksforgeeks.org/different-types-of-risks-in-software-project-development>
4. Zvonko K., Kafol C. (2014) Types of Risk in a System Engineering Environment and Software Tools for Risk Analysis. *Procedia Engineering*, no. 69, pp. 177-183. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.218>.
5. Bell M. Risk Types in Project Management, 2022. Access mode: <https://projectmanagementacademy.net/resources/blog/risk-types-in-project-management>
6. Hrytsiuk Yu. I., Dalyavskyy V. S. (2018) Formalization of the Risk Management Process of Software Development. *Scientific Bulletin of UNFU*, no. 28(11), pp. 135-154. <https://doi.org/10.15421/40281124>. [in Ukrainian].
7. Wikarsa L. Risk Management for IT Projects. Access mode: https://researchgate.net/publication/328653592_Risk_Management_for_IT_Projects
8. Stojcetovic B., Mistic M., Živče Š., Lazarević D., Zubac D. (2014) Managing of risks and quality in projects. *8th International quality conference*, pp. 201-207.
9. Kovalenko O. (2018) Quality analysis and quantitative assessment of risks methods of software development. *Control, Navigation and Communication Systems. Academic Journal*, no. 3, pp. 116-125. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.3.116>. [in Ukrainian].
10. Alkhurajji Sh. L. (2016) Incorporating Knowledge Networks to Address Risk associated with Decision-Making in IT Projects. *International Conference on Decision Support System Technology (ICDSST'2016)*, Plymouth, UK, pp. 1-7.
11. PMBOK® Guide. URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>.
12. Product Management and Project Management: Alignment and Differences. Access mode: <https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/product-and-project-management>.
13. ISO 31000 Risk management. Access mode: <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html>.
14. PMI Lexicon of Project Management Terms. Access mode: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/lexicon>.
15. Bishop K. 4 Types of Risk Categories in Project Risk Management. Access mode: <https://fool.com/the-ascent/small-business/project-management/articles/risk-categories>
16. Trofymenko, O., Pasternak, Yu., Manakov, S., Loboda, Yu. (2021). Automation of testing e-commerce websites. *Modern Special Technics*, no. 2(65), pp. 46-59. [https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2021.2\(65\).5](https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2021.2(65).5) [in Ukrainian].
17. Sytnyk V. A., Teslenko P. O., Bedrii D. I., Sherstyuk O. I. (2018) Management of prototyping and risks of open source IT projects. *Project management and production development*, no. 3(67), pp. 116-128. [in Ukrainian].
18. Trofymenko, O., Loginova, N., Manakov, S., Dubovoi, Y. (2022). Cyberthreats in higher education. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, no. 4(16), pp.76-84. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.16.7684>. [in Ukrainian].
19. Trofymenko, O., Loginova, N., Manakov, S., Iankovskii, O. (2022). Cyber risks in the education sector. *Modern Special Technics*, no. 2(69), pp. 111-117. [https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2022.2\(69\).10](https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2022.2(69).10). [in Ukrainian].
20. Gordon Y., Jasny M. From Ransomware to Mobile Malware: Emerging Cybersecurity Risks. Project Management Institute (PMI). Access mode: <https://pmi.org/learning/training-development/projectified-podcast/podcasts/from-ransomware-to-mobile-malware-emerging-cybersecurity-risks>
21. Trofymenko O., Dyka A., Loboda Yu. (2023) Analysis of vulnerabilities and security problems of web applications. *System technologies*, no. 3(146), pp. 25-37. <https://doi.org/10.34185/1562-9945-3-146-2023-03>. [in Ukrainian].
22. Guide on Mergers and Acquisitions Risks: Lessons Learned from Failed Transactions. Access mode: <https://datarooms.org/vdr-blog/risks-in-merger-and-acquisition>
23. 95 Essential Project Management Statistics: 2023 Market Share & Data Analysis. Access mode: <https://financesonline.com/35-essential-project-management-statistics-analysis-of-trends-data-and-market-share/>
24. Kononenko V. 7 main types of software development risks, 2022. Access mode: <https://computools.com/software-development-risks>
25. Success in Disruptive Times. Expanding the Value Delivery Landscape to Address the High Cost of Low Performance. Access mode: <https://pmi.org/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2018.pdf>
26. What Is Project Stakeholder Management? FAQ. Project Management Guide. Access mode: <https://www.wrike.com/project-management-guide/faq/what-is-project-stakeholder-management>
27. 16 Obstacles To A Successful Software Project (And How To Avoid Them). Access mode: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/06/21/16-obstacles-to-a-successful-software-project-and-how-to-avoid-them/?sh=76aa87581915>.

I. О. ХОРОШЕВСЬКА

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних систем і технологій
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця
ORCID: 0000-0001-8990-9891

П. Е. МАРТИНЕНКО

магістр
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ РОБОТИ З ВІДЕО ТА АУДІО ПІД ОПЕРАЦІЙНУ СИСТЕМУ IOS

У статті наведені аналітичні та практичні завдання, що необхідно вирішити для здійснення процесу створення мобільного додатку для роботи з відео та аудіо під операційну систему iOS. Визначено ключові аспекти, що притаманні розробленню мобільних додатків для платформи iOS, спеціалізованих на мультимедійному контенті. Розкрито особливості, притаманні процесу створення мобільного додатку для iOS на прикладі розробки додатку «MusicLab», що надає користувачу можливість роботи із таким функціоналом: створення та редагування плейлистів, відображення списку плейлистів з власного YouTube, відтворення відео та аудіо, обмін контентом (сумісне використання), пошук відео за ключовими словами та фільтрацію контенту. Для побудови мобільного додатку з описаним функціоналом, сформульовано ряд аналітичних та практичних завдань, а саме: створення концепції, побудова сценарію взаємодії та вайфреймів, формування дизайну екранів, розроблення та тестування мобільного додатку в середовищі Xcode. Процес вирішення кожного із завдань описано та проілюстровано відповідним фрагментом його реалізації. Звернено увагу на важливість побудови схеми взаємодії, що визначає, як мобільний додаток буде використовуватись користувачами. Наведено вайфрейми, що схематично показують розташування елементного складу на екранах додатка, та показано дизайн інтерфейсу на основі макетів високої деталізації. Також, в статті обґрунтовано, чому доцільно застосовувати саме Xcode для практичної реалізації процесу створення мобільного додатку під iOS. Наприкінці статті показано процес розробки додатку в середовищі та окремі вікна мобільного додатку «MusicLab».

Отже, розробка мобільних додатків для роботи з відео та аудіо на платформі iOS вимагає розуміння аналітичних та технічних аспектів, врахування особливостей відтворення дизайну інтерфейсу з позиції користувача, використання спеціалізованого програмного забезпечення для розроблення додатку під операційну систему iOS. Такий додаток дозволить користувачу створювати, редагувати та споживати відео та аудіо контент в будь-якій сфері його життя.

Ключові слова: мобільний додаток, відео, аудіо, IOS, концепція, сценарій взаємодії, вайфрейми, дизайн, розроблення, Xcode.

I. O. KHOROSHEVSKA

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Computer Systems and Technologies
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
ORCID: 0000-0001-8990-9891

P. E. MARTYNENKO

Master Student
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR WORKING WITH VIDEO AND AUDIO UNDER THE IOS OPERATING SYSTEM

The article presents analytical and practical tasks that must be solved in order to implement the process of creating a mobile application for working with video and audio for the iOS operating system. The key aspects inherent in the development of mobile applications for the iOS platform, specialized in multimedia content, have been determined. The features inherent in the process of creating a mobile application for iOS are disclosed using the example of the development of the "MusicLab" application, which provides the user with the opportunity to work with the following functionality: creating and editing playlists, displaying a list of playlists from one's own YouTube, playing video and audio, sharing

content (compatible use), keyword video search and content filtering. To build a mobile application with the described functionality, a number of analytical and practical tasks have been formulated, namely: creating a concept, building an interaction scenario and wireframes, forming screen designs, developing and testing a mobile application in the Xcode environment. The process of solving each of the tasks is described and illustrated with a corresponding fragment of its implementation. Attention is drawn to the importance of building an interaction scheme that determines how the mobile application will be used by users. Wireframes are given that schematically show the location of the element composition on the application screens, and the interface design based on high-detail mockups is shown. Also, the article substantiates why it is appropriate to use Xcode for the practical implementation of the process of creating a mobile application for iOS. At the end of the article, the application development process in the environment and separate windows of the "MusicLab" mobile application are shown.

Therefore, the development of mobile applications for working with video and audio on the iOS platform requires an understanding of analytical and technical aspects, taking into account the peculiarities of the reproduction of the interface design from the user's point of view, the use of specialized software for developing applications for the iOS operating system. Such an application will allow the user to create, edit and consume video and audio content in any area of his life.

Key words: mobile application, video, audio, IOS, concept, interaction scenario, wireframes, design, development, Xcode.

Постановка проблеми

У світі сучасних мобільних технологій і мультимедійних можливостей платформи iOS велика актуальність приділяється створенню мобільних додатків, спрямованих на роботу з відео та аудіо контентом [1]. Платформа iOS, що розробляється компанією Apple, є однією з провідних у сфері мобільних пристроїв, і вона надає розробникам широкий спектр інструментів та можливостей для створення додатків, які відкривають нові горизонти в роботі з відео та аудіо.

Створення мобільного відео-аудіо додатку для платформи iOS передбачає ретельний розгляд ряду суттєвих аспектів, які стають важливими при вирішенні завдання розробки такого додатку. Враховуючи постійний розвиток технологій і зміни в споживчих уподобаннях користувачів, проблема створення такого додатку залишається актуальною і вимагає комплексного підходу. Нижче наведено аспекти, що визначають актуальність цієї проблеми:

1) попит на мультимедійний контент, що стрімко зростає: сучасні користувачі смартфонів і планшетів великою мірою споживають відео- та аудіоконтент. Від YouTube і стрімінгових платформ до подкастів і онлайн-курсів, попит на мультимедійний контент постійно зростає;

2) конкурентна боротьба на ринку додатків: ринок додатків для iOS дуже конкурентний, і розробники повинні створювати додатки, які відповідають сучасним стандартам і вимогам користувачів, щоб не тільки вижити в цій конкурентній боротьбі, а й отримати прибуток;

3) специфіка iOS: платформі iOS притаманні власні особливості і обмеження, які вимагають дотримання певних стандартів і дизайну інтерфейсу мобільних додатків;

4) технічні аспекти: створення додатків для оптимального відтворення і обробки відео та аудіо контенту вимагає високого рівня технічної компетентності. До технічних аспектів, що необхідно враховувати відносять: оптимізацію продуктивності, обробку великих файлів, підтримку кодеків й ін.;

5) безпека і конфіденційність: збереження і обробка відео та аудіо корелює з питаннями щодо конфіденційності та безпеки даних користувачів. Додатки повинні забезпечувати відповідний рівень захисту і дотримання політики конфіденційності;

6) дизайн і користувацький досвід: важливим аспектом є створення зручного і привабливого інтерфейсу для користувачів, що відповідає їхнім потребам та забезпечує позитивний користувацький досвід.

З урахуванням цих аспектів, створення мобільного відео-аудіододатку під систему iOS вимагає глибокого аналізу та вирішення багатьох питань (дизайнерських, технічних, функціональних тощо).

Аналіз останніх досліджень і публікацій, присвячених питанню розроблення мобільних додатків під систему iOS показав, що в публікаціях [2–7] автори торкалися або укрупненого опису етапів, за якими фірми, компанії створюють мобільні додатки [2–6] без розкриття аспектів реалізації саме відео-аудіо спрямованості таких додатків; або більш докладно розглядали окремі аспекти, як дизайн мобільних додатків під iOS та Android [7]; або надавали опис функціоналу вже наявних на ринку мобільних додатків (наприклад, Wever, BetterPlayer) [8, 9]. Так, наприклад, BetterPlayer підтримує відтворення різних форматів медіафайлів, включаючи відео та аудіо, з можливістю налаштування параметрів відтворення (розмір екрану, швидкість відтворення, гучність звуку). Крім того, додаток підтримує відтворення відео з популярних платформ, таких як YouTube та Vimeo. Однак, доцільним було б більш креативно підійти до дизайну додатку та зменшити подання реклами, що може відволікати користувачів від перегляду цікавого контенту.

Певне коло практичних завдань з прикладного створення таких додатків з врахуванням специфіки роботи з відео та аудіо контентом не знайшло належного відображення у вищенаведених працях. Це говорить про актуальність пророблення даного питання.

Постановка завдання

Прийняття рішення щодо створення мобільного відео-аудіо додатку під систему iOS є кроком, який визначає всі ключові аспекти проєкту і надає чітку інструкцію для розроблення додатку під потреби користувачів. В процесі розроблення додатку треба реалізувати цілу низку завдань, від формування ідеї додатку до його прикладної реалізації в конкретному середовищі розроблення.

Метою статті є розкриття особливостей реалізації завдань з розроблення функціонального та привабливого мобільного додатку для iOS, спрямованого на організацію та управління відео- та аудіо контентом у вигляді плейлистів. Додаток має надавати користувачам можливість створювати, редагувати та керувати плейлистами, відтворювати відео та аудіо, а також обмінюватися цим контентом з друзями на платформі iOS. Головною метою є забезпечення зручного та ефективного споживання мультимедійного контенту, спільного його використання та спілкування користувачів через новий мобільний додаток під назвою «MusicLab».

Для реалізації наведеної мети необхідно розкрити особливості, притаманні аналітичним та прикладним завданням з розроблення мобільного додатку під iOS. До таких завдань віднесено такі: 1) створення концепції; 2) побудову сценарію взаємодії і вайфреймів; 3) формування дизайну екранів; 4) розроблення і тестування мобільного додатку в середовищі Xcode.

Розглянемо вміст наведених завдань.

1. Створення концепції.

Як доцільні розділи для концепції варто виділити такі: аналіз ринку попиту, аналіз аналогів, ідея мобільного додатку, мета створення, основні завдання, портрет цільового споживача, основні та додаткові функції, можливості, дизайн, структура, план розробки, бюджет.

Наприклад, у якості ідеї мобільного додатка «MusicLab» може бути така: користувач або заходить у власний ютуб акаунт в якому є плейлисти, і зможе їх передивитися, або пропускає цю функцію та переходить у запропоновані підбірки музики. Як мета може бути: створення комфортного та зручного мобільного додатку, який буде задовольняти потреби цільової аудиторії у перегляді відео та прослуховуванні аудіо з відео, поданих у вигляді плейлистів, а також, забезпечувати спільне використання медіа контенту та спілкування користувачів через інтерфейс мобільного додатка. В якості основних завдань, що визначають функціонал мобільного додатку, пропонуються такі: 1) створення та редагування плейлистів; 2) відображення списку плейлистів з власного YouTube; 3) відтворення відео та аудіо; 4) обмін контентом (сумісне використання); 5) пошук відео за ключовими словами та фільтрація контенту.

2. Побудова сценарію взаємодії та вайфреймів.

Сценарій взаємодії визначає, як користувач буде працювати з продуктом, які функції він зможе виконувати, які сторінки або екрани він побачить і в якому порядку, які дії він зможе виконувати на кожному кроці.

Такий сценарій визначає як мобільний додаток буде використовуватися користувачами і як він буде відповідати їх потребам. Побудова сценарію взаємодії, також, допомагає розробникам виявити можливі проблеми з взаємодією, які можуть заважати користувачеві у роботі з додатком.

На рис. 1 наведено схема сценарію взаємодії в додатку «MusicLab».



Рис. 1. Сценарій взаємодії екранів мобільного додатка «MusicLab»

На основі даного сценарію, надалі, ведеться розроблення вайфреймів, що схематично, за допомогою розмітки, показують розташування елементного складу на екранах мобільного додатка. На рис. 2 наведено приклади вайфреймів, розроблених для додатку «MusicLab».

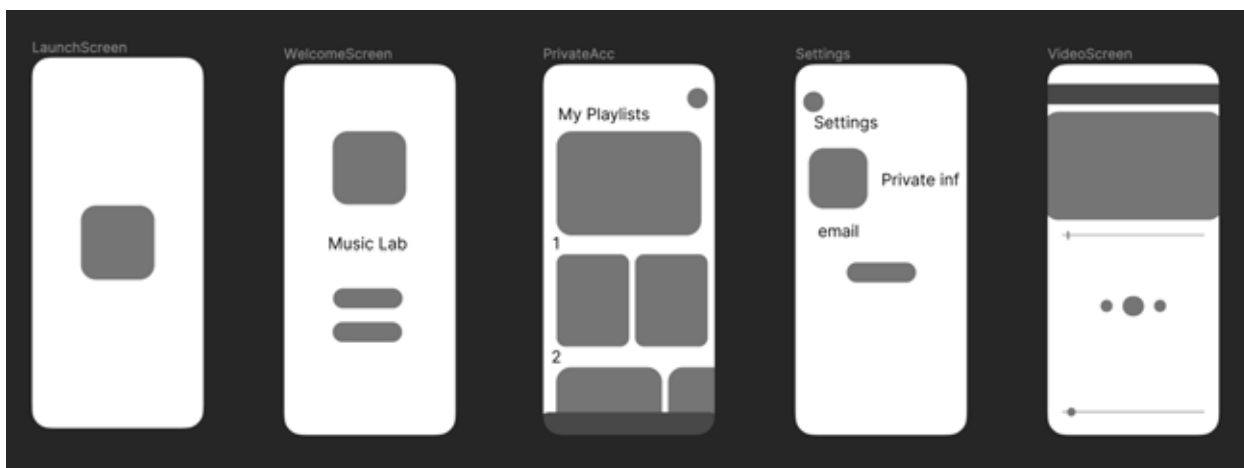


Рис. 2. Схематична розмітка екранів (вайфрейми)

3. Формування дизайну екранів.

Дизайн є важливим аспектом створення мобільного додатку під iOS для роботи з відео та аудіо, оскільки він визначає наскільки користувачі будуть комфортно та ефективно взаємодіяти з мобільним додатком.

Apple пропонує низку вказівок щодо дизайну серед яких [13]:

- естетична цілісність, що відображає, наскільки зовнішній вигляд та поведінка інтегруються з функціональністю;
- узгодженість, що полягає у використанні звичних оку користувача елементів, системних елементів інтерфейсу, добре відомих піктограм, стандартних стилів тексту та єдиної термінології;
- поведінку, яку очікує користувач;
- зворотний зв'язок, який фіксує дії та показує результати, щоб інформувати користувача;
- ясність, коли дизайн повинен правильно спрямовувати і не допускати того, що може заплутати користувача.

Дизайн інтерфейсу користувача (UI) повинен забезпечувати:

- 1) зручність, тобто надавати доступ до всіх функцій без зайвих кроків;
- 2) логічну та інтуїтивно зрозумілу навігацію, тобто користувач повинен легко знаходити необхідні функції та переходити між різними частинами мобільного додатку;
- 3) естетичну привабливість та відповідати стандартам дизайну iOS. При цьому, використання кольорів, шрифтів та графіки повинно бути узгодженим і гармонійним.

Враховуючи вищенаведене, для оформлення дизайну екранів мобільного додатку «MusicLab» було обрано такі кольори: рожевий – може створювати враження тепла та затишку, темно-сірий – виразно додає солідності та елегантності до дизайну (він може створювати враження надійності та професійності, використано для фонів), білий – асоціюється з чистотою, простотою і простором (він добре виглядає на фоні і підсилює контраст з іншими кольорами, що робить його ідеальним для тексту та інформаційних елементів). В якості шрифтового оформлення додатку обрано шрифт – Rorpins, він поєднує в собі читабельність, сучасний дизайн та можливість адаптації для різних мов та стилів дизайну.

З позиції користувацького досвіду (UX) варто зазначити такі моменти, підтримку яких зразу треба закласти при розробці дизайну екранів:

- 1) при першому запуску мобільного додатку, здійсненні реєстрації та входу у додаток у користувача не повинно виникати питань типу «Що робити? Куди натискати? «Може що ще треба заповнити/натиснути?»», все повинно бути прозоро та легко з позиції розуміння використання мобільного додатка. Так, наприклад, доцільно забезпечити можливість входу через соціальні мережі або Apple ID;

- 2) підтримка персоналізації користувача зможе надавати можливість користувачам налаштовувати свій досвід, створюючи персональні плейлисти, додавати улюблені треки тощо;

- 3) підтримка взаємодії з медіаконтентом дозволить легко додавати, видаляти, редагувати та переміщувати мультимедійний контент у плейлистах. Ефективне відтворення відео та аудіо повинно бути легким у використанні.

Отже, добре спроектований інтерфейс та користувацький досвід допоможуть зробити мобільний додаток привабливим для користувачів, підвищити його популярність та забезпечити задоволення від використання.

Приклад основних екранів мобільного додатка «MusicLab» подано на рис. 3. Як інструмент для створення дизайну екранів обрано Figma, враховуючи її популярність [11] та функціонал [12].

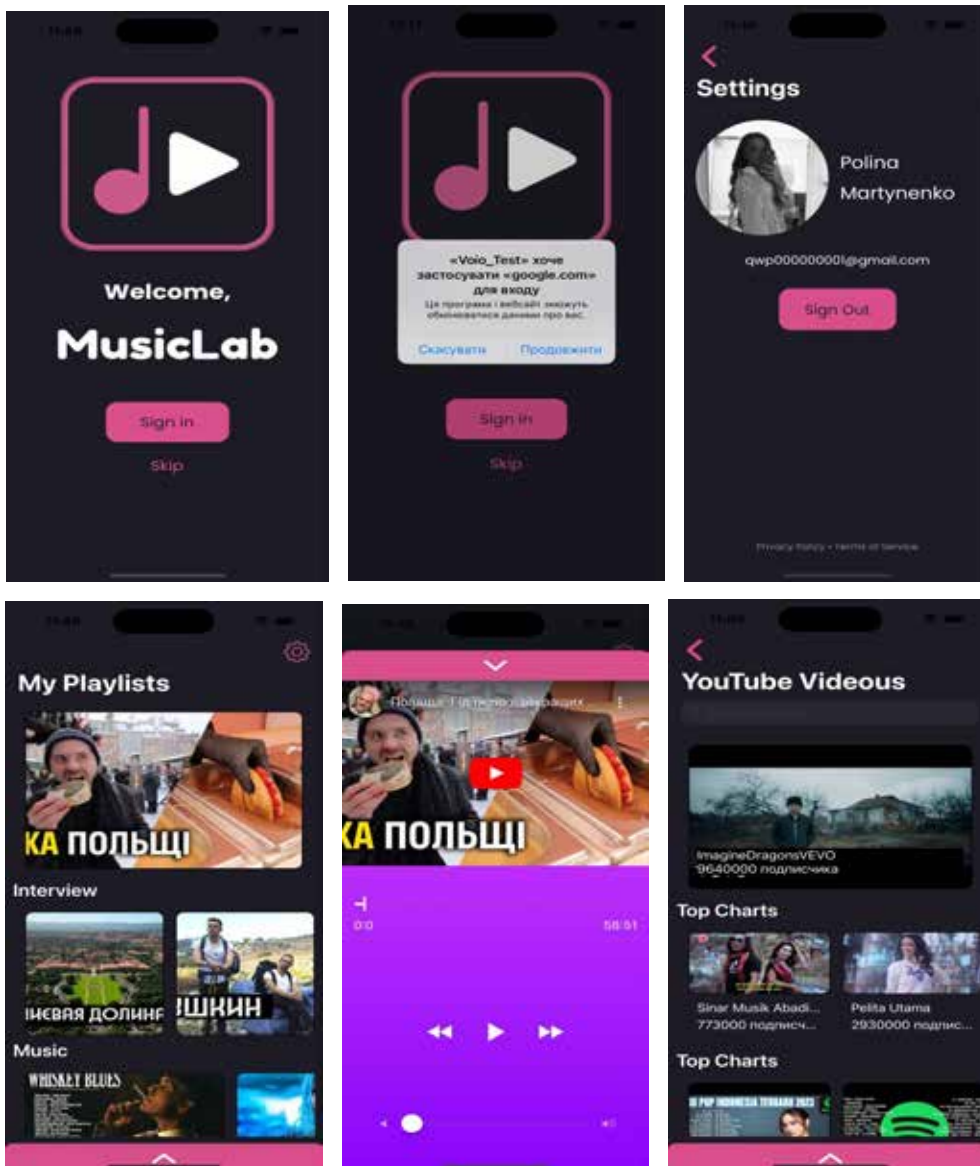


Рис. 3. Дизайн інтерфейсу: макети високої деталізації

4. Розроблення і тестування мобільного додатку в середовищі Xcode.

Як засіб прикладної реалізації мобільного додатку, пропонується зупинитися на мові програмування Swift. Це офіційна мова від компанії Apple для розроблення iOS та macOS додатків [14, 15]. Станом на березень 2022 року Swift входить в 15 найпопулярніших мов програмування у світі за індексом TIOBE [16]. Мова Swift включає велику кількість додаткових бібліотек та фреймворків, які допомагають будувати повнофункціональні застосунки [14].

Для розробки мобільного додатку засобами Swift необхідне інтегроване середовище розробки (IDE). Компанія Apple надає безкоштовне IDE – середовище Xcode, що містить низку засобів та інструментів для розробки, тестування та налагодження додатку.

Xcode дає можливість запуску додатку без фізичного пристрою. Для цього використовуються симулятори, за допомогою яких можна протестувати додаток на наявність помилок та подивитись його виконання на певному пристрої. Також середовище надає можливість напряму запускати та тестувати застосунки на власному мобільному пристрої. Крім цього, Xcode містить інструментарій для визначення помилок, як синтаксичних, так помилок, що виникають під час роботи додатку. Також присутня вбудована система контролю версій GIT, функція імітації геолокації, необхідна для зручної роботи з картами та ін.

Практична реалізація створеного мобільного додатку «MusicLab» за допомогою XCode представлена на рис. 4 – рис. 5.

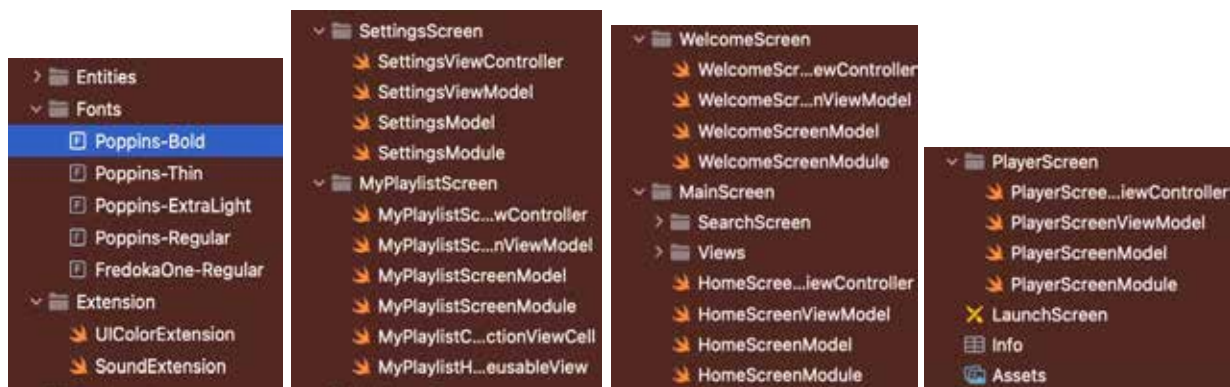


Рис. 4. Файли розроблених екранів

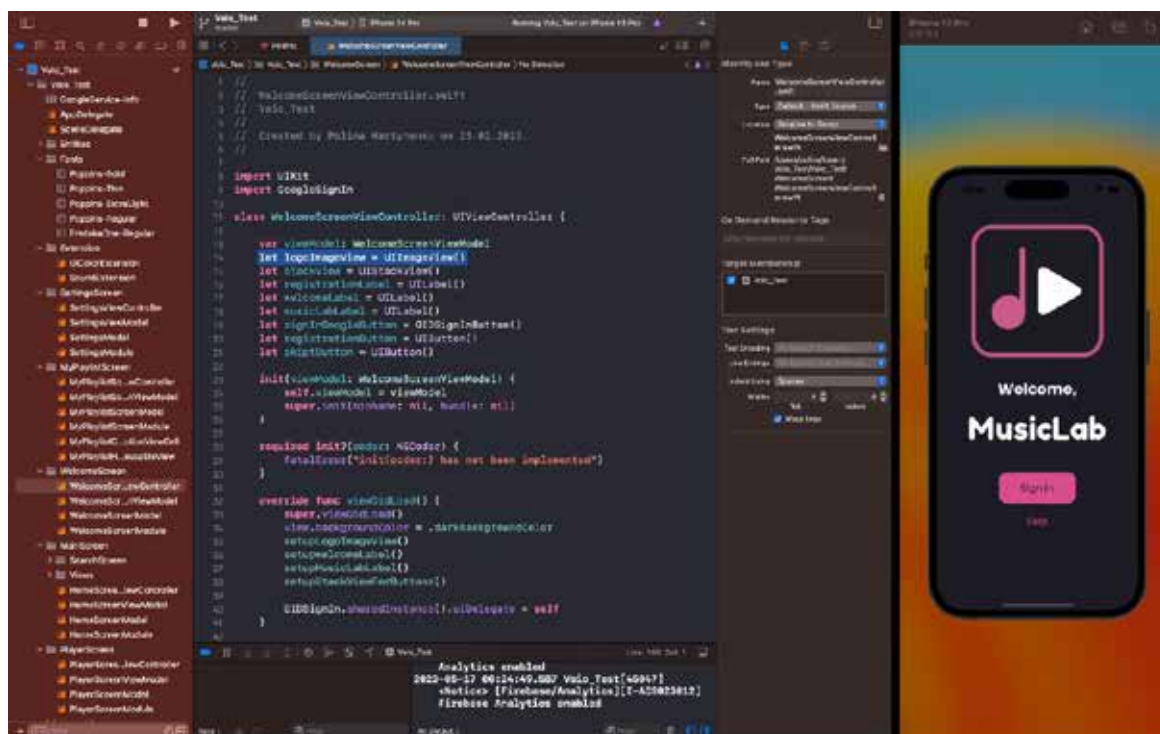


Рис. 5. Вікно з фрагментом розроблення та тестування додатку «MusicLab»

Результуючий вигляд деяких вікон мобільного додатку «MusicLab» подано на рис. 6.

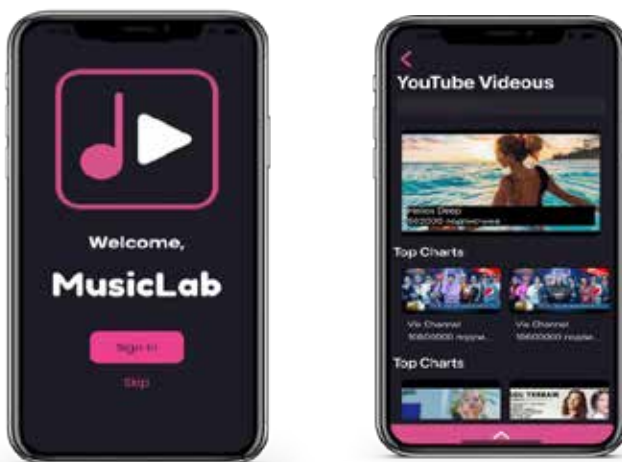


Рис. 6. Приклад вікон мобільного додатку під систему iOS

Таким чином, в рамках статті було визначено особливості реалізації аналітичних та прикладних завдань процесу розроблення мобільного додатка для роботи з відео та аудіо під операційну систему iOS.

Висновки

Основним результатом наведеного в рамках статті дослідження є розкриття особливостей процесу реалізації завдань розроблення мобільного додатка для роботи з відео та аудіо під операційну систему iOS. Реалізація наведених завдань надає можливість для прийняття обґрунтованих рішень в процесі створення концепції, побудови сценарію взаємодії, створення вайфреймів, формування дизайну екранів додатку та прикладного розроблення і тестування мобільного додатку в середовищі Xcode. Для підвищення ступеня наочності, реалізація завдань промодестрована на прикладі розроблення мобільного додатку «MusicLab».

Надалі планується дослідити питання просування мобільного додатку.

Список використаної літератури

1. Мартиненко П. Е. Актуальність створення мобільного відео/аудіо додатку під операційну систему IOS. *Поліграфічні, мультимедійні та веб-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару VIII Міжнар. наук.-техн. конф. (16-20 травня 2023, м. Харків)* / редкол.: І. Б. Чеботарьова, О. В. Вовк, Ж. В. Дейнеко. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2023. Т2. Стор.155-156.
2. Розробка додатків для iOS. URL: <https://kitapp.pro/uk/rozrobka-ios-dodatki/> (дата звернення 07.08.23).
3. Розробка мобільних додатків під iOS. URL: <https://brander.ua/what-we-offer/application-development/rozrobka-mobilnih-dodatki-pid-ios> (дата звернення 09.08.23).
4. Етапи створення мобільного додатку. URL: <https://webcase.com.ua/uk/blog/etapi-stvorennja-mobilnogo-dodatku/> (дата звернення 12.08.23).
5. Розробка мобільних додатків від А до Я: повний гайд. URL: <https://dan-it.com.ua/uk/blog/rozrobka-mobilnih-dodatki-vid-a-do-ja-povnij-gajd/#i-8> (дата звернення 13.08.23).
6. Розробка мобільних додатків для новачків: від ідеї до Google Play і App Store. URL: <https://kiev.itstep.org/blog/mobile-app-development-for-beginners-from-idea-to-google-play-and-app-store> (дата звернення 16.08.23).
7. Посібник із дизайну мобільних додатків під iOS та Android. Основні відмінності платформ. URL: <https://ux.pub/editorial/posibnik-iz-dizainu-mobilnih-dodatki-pid-ios-ta-android-osnovni-vidminnosti-platform-1a5d> (дата звернення 14.08.23).
8. WEVER. URL: <https://apps.apple.com/ua/app/watch-chat-together-wever/id1559522498?l=ua&platform=ipad> (дата звернення 22.08.23).
9. Better Player for Youtube. URL: <https://apps.apple.com/ua/app/better-player-for-youtube/id1592876082?l=uk&platform=ipad> (дата звернення 23.08.23).
10. Мартиненко П. Е. Визначення засобів створення мобільного відео/аудіо додатку під операційну систему IOS. *Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів "Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених" 16-17 лютого 2023 р. Х.: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2023. Стор.101.*
11. Uxtools. URL: <https://uxtools.co/survey/2022/ui-design> (дата звернення 28.08.23).
12. Figma. URL: <https://www.figma.com/> (дата звернення: 28.08.23).
13. Human Interface Guidelines. URL: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines> (дата звернення: 26.08.23).
14. Documentation Swift. URL: <https://www.swift.org/documentation/> (дата звернення 11.09.2023 р.).
15. Swift-book. URL: <https://docs.swift.org/swift-book/LanguageGuide/TheBasics.html> (дата звернення 12.09.23).
16. Swift. A powerful open language that lets everyone build amazing apps. URL: <https://www.apple.com/swift/> (дата звернення: 14.09.23).

References

1. Martynenko P. E. (2023) Aktualnistj stvorennja mobiljnogho video/audio dodatku pid operacijnu systemu IOS [The relevance of creating a mobile video/audio application for the IOS operating system]. Proceedings of the *Polighrafichni, muljtmidijni ta web-tehnologhiji: materialy Molodizhnoji shkoly-seminaru VIII Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. (16-20 travnja 2023, m. Kharkiv)* (redkol.: I. B. Chebotarjova, O. V. Vovk, Zh. V. Dejneko). Kharkiv: TOV «Drukarnja Madryd», vol. 2. pp. 155-156.
2. Rozrobka dodatki dlja iOS [Development of applications for iOS]. Retrieved from: <https://kitapp.pro/uk/rozrobka-ios-dodatki/> (accessed 07 Aug. 2023).
3. Rozrobka mobilnykh dodatki pid iOS [Development of mobile applications for iOS]. Retrieved from: <https://brander.ua/what-we-offer/application-development/rozrobka-mobilnih-dodatki-pid-ios> (accessed 09 Aug. 2023).
4. Etapy stvorennja mobiljnogho dodatku [Stages of creating a mobile application]. Retrieved from: <https://webcase.com.ua/uk/blog/etapi-stvorennja-mobilnogo-dodatku/> (accessed 12 Aug. 2023).

5. Rozrobka mobiljnykh dodatkov vid A do Ja: povnyj ghajd [Development of mobile applications from A to Z: a complete guide]. Retrieved from: <https://dan-it.com.ua/uk/blog/rozrobka-mobilnih-dodatkov-vid-a-do-ja-povnij-gajd/#i-8> (accessed 13 Aug. 2023).
6. Rozrobka mobiljnykh dodatkov dlja novachkiv: vid ideji do Google Play i App Store [Development of mobile applications for beginners: from idea to Google Play and App Store]. Retrieved from: <https://kiev.itstep.org/blog/mobile-app-development-for-beginners-from-idea-to-google-play-and-app-store> (accessed 16 Aug. 2023).
7. Posibnyk iz dyzajnu mobiljnykh dodatkov pid iOS ta Android. Osnovni vidminnosti platform [Guide to the design of mobile applications for iOS and Android. The main differences between the platforms]. Retrieved from: <https://ux.pub/editorial/posibnyk-iz-dizainu-mobilnikh-dodatkov-pid-ios-ta-android-osnovni-vidminnosti-platform-1a5d> (accessed 14 Aug. 2023).
8. WEVER. Retrieved from: <https://apps.apple.com/ua/app/watch-chat-together-wever/id1559522498?l=ua&platform=ipad> (accessed 22 Aug. 2023).
9. Better Player for Youtube. Retrieved from: <https://apps.apple.com/ua/app/better-player-for-youtube/id1592876082?l=uk&platform=ipad> (accessed 23 Aug. 2023).
10. Martynenko P. E. (2023) Vyznachennja zasobiv stvorennja mobiljnogho video/audio dodatku pid operacijnu systemu IOS [Determination of means of creating a mobile video/audio application for the IOS operating system]. Proceedings of the *Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh, aspirantiv i studentiv "Informacijni tekhnologhiji v suchasnomu sviti: doslidzhennja molodykh vchenykh" 16-17 ljutogho 2023*. Kh.: KhNEU im. S. Kuznecja, p. 101.
11. Uxtools. Retrieved from: <https://uxtools.co/survey/2022/ui-design> (accessed 28 Aug. 2023).
12. Figma. Retrieved from: <https://www.figma.com/> (accessed 28 Aug. 2023).
13. Human Interface Guidelines. Retrieved from: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines> (accessed 26 Aug. 2023).
14. Documentation Swift. Retrieved from: <https://www.swift.org/documentation/> (accessed 11 Sep. 2023).
15. Swift-book. Retrieved from: <https://docs.swift.org/swift-book/LanguageGuide/TheBasics.html> (accessed 12 Sep. 2023).
16. Swift. A powerful open language that lets everyone build amazing apps. Retrieved from: <https://www.apple.com/swift/> (accessed 14 Sep. 2023).

О. М. ШУШУРА

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри цифрових технологій в енергетиці
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: 0000-0003-3200-720X

В. В. ПРИСЯЖНЮК

магістр кафедри цифрових технологій в енергетиці
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: 0009-0002-2267-3559

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ТА МАРКУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ НАВЧАННЯ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Стаття присвячена розробці інформаційної системи для класифікації та маркування зображень з метою навчання моделей штучного інтелекту. Покращення швидкості та точності класифікації і маркування зображень шляхом надання їм певних міток або категорій відкриває нові можливості для використання машинного навчання у різних сферах, включаючи комп'ютерний зір, медичну діагностику, розпізнавання образів. Проведений аналіз наявних систем анотування зображень показав, що слабкими сторонами цих технологій є неповнота та незручність реалізованих інструментів, недостатньо висока швидкість виконання операцій. У роботі запропоновано для класифікації та маркування зображень використати технології штучних нейронних мереж. З метою автоматизації класифікації зображень обрано мережу ResNet, яка навчається в процесі виконання роботи в межах одного датасету, що дозволяє скоротити витрати часу на проведення операції. Для задач маркування зображень застосовано мережу SAM, яка дає змогу узагальнювати незнайомі об'єкти та зображення без необхідності додаткового навчання. Дослідження використання цих технологій на контрольній вибірці даних показало достатньо високу точність їх роботи. Сформовано вимоги до інформаційної системи автоматизації класифікації та маркування зображень, які формалізовані у вигляді діаграми прецедентів UML, спроектована її структура та обрані засоби розробки, створене програмне забезпечення на мові Python та проведено його тестування. В якості системи управління базами даних обрано MongoDB через її безкоштовність та продуктивність. Результати досліджень можуть бути використані розробниками інформаційних технологій, що працюють в області навчання моделей штучного інтелекту.

Ключові слова: класифікація зображень, маркування зображень, штучні нейронні мережі, модель штучного інтелекту, інформаційна технологія, автоматизація.

O. M. SHUSHURA

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Professor at the Department of Digital Technologies in Energy
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
ORCID: 0000-0003-3200-720X

V. V. PRYSYAZHNUK

Master at the Department of Digital Technologies in Energy
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
ORCID: 0009-0002-2267-3559

INFORMATION SYSTEM FOR IMAGE CLASSIFICATION AND LABELING FOR TRAINING ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS

The paper is devoted to the development of an information technology for image classification and labeling for the purpose of training artificial intelligence models. Improving the speed and accuracy of image classification and labeling by assigning them specific tags or categories opens up new possibilities for the use of machine learning in various fields, including computer vision, medical diagnostics, and image recognition. The analysis of existing image annotation systems has shown that their weaknesses lie in the incompleteness and inconvenience of implemented tools, as well as insufficiently high execution speed. The proposed approach for image classification and labeling involves the use of

artificial neural network technologies. For the automation of image classification, the ResNet network was selected, which is trained within the framework of a single dataset, thus reducing the time required for the operation. For image labeling tasks, the SAM network was applied, which allows for generalizing unfamiliar objects and images without the need for additional training. Research on the use of these technologies on a test dataset has demonstrated their sufficiently high accuracy. Requirements for an information system for automating image classification and labeling have been formulated, which are formalized in the form of a UML use case diagram. The system's structure has been designed, and development tools have been chosen. The software has been created using the Python programming language and subjected to testing. MongoDB has been selected as the database management system due to its free-of-charge availability and productivity. The research results can be used by information technology developers working in the field of artificial intelligence model training.

Key words: image classification, image labeling, artificial neural networks, artificial intelligence model, information technology, automation.

Постановка проблеми

Класифікація та маркування зображень використовуються при навчанні моделей штучного інтелекту, які застосовуються у різних сферах, включаючи комп'ютерний зір, медичну діагностику, розпізнавання образів, та ін. Сьогодні значна кількість компаній використовує штучний інтелект для прискорення виконання багатьох завдань. Необхідність обробки величезних обсягів інформації для навчання моделей штучного інтелекту, яка здебільшого виконується персоналом компаній, визначає актуальність розробки інформаційних технологій з метою автоматизації цього процесу. Очікується, що до 2026 року ринок маркування даних зросте до 5,5 мільярдів доларів США [1].

Автоматизація класифікації та маркування зображень (анотування) для навчання моделей штучного інтелекту є процесом використання різноманітних технологій, методів та алгоритмів для автоматизованого аналізу зображень та надання їм певних міток або категорій. Це допомагає в підготовці даних для навчання моделей машинного навчання, що забезпечує більш точну класифікацію зображень у майбутньому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Анотовані дані є джерелом інформації для моделей машинного навчання, оскільки продуктивність і точність таких моделей залежать від якості та кількості анотованих даних. Моделі машинного навчання мають широкий спектр критично важливих застосувань, в тому числі ті (наприклад, охорона здоров'я), де їх помилки можуть бути небезпечними. Наприклад, застосування методів машинного навчання в патології значно поліпшує виявлення метастазів у лімфовузлах, оцінку показника Ki67 у раку грудей, рейтинг Глісона у раку простати та оцінку лімфоцитів, що проникають у пухлину (TIL) у меланомі [2, 3].

Для анотування даних застосовуються спеціалізовані інформаційні системи Computer Vision Annotation Tool (CVAT) та Label Studio (LS). Система CVAT пропонує ряд інструментів для створення анотацій, які допомагають у процесі маркування для подальшого навчання штучного інтелекту [4]. Програмне забезпечення LS пропонує різні типи анотацій, включаючи обмежувальні рамки, полігони, полілінії, ключові точки і маски семантичної сегментації [5]. Основним недоліком вказаних платформ є обмеженість інструментів для тих типів задач, де потрібно об'єднати класифікацію та маркування зображень.

Для класифікації та аналізу зображень застосовуються глибокі нейронні мережі [6], в тому числі з використанням переднього навчання (pre-training) на великих наборах даних для досягнення навчання за допомогою методів transfer learning на даних з обмеженим обсягом [7]. В процесах маркування зображень використовується мульти-модальне активне навчання з глибоким навчанням та підкріпленням для виділення цільових ознак [8]. Широке розповсюдження отримало застосування нейронних мереж ConvNet, ResNet та DenseNet [9].

Вибір між DenseNet, ConvNet та ResNet залежить від конкретної задачі, набору даних та обчислювальних ресурсів. Щільні зв'язки DenseNet вимагають, щоб кожен шар отримував прямі вхідні дані від усіх попередніх шарів, що може призвести до збільшення використання пам'яті порівняно з традиційними архітектурами, такими як ResNet. Мережі ConvNets обробляють локальні особливості за допомогою згорткових фільтрів, які є ефективними для захоплення локальних шаблонів. Однак вони можуть не мати повного розуміння глобального контексту, особливо в задачах, де розуміння ширшого контексту має вирішальне значення. В даному дослідженні було обрано мережу ResNet через пом'якшення проблеми зникаючого градієнту в дуже глибоких мережах та використання меншої кількості пам'яті та обчислювальної потужності для навчання моделі [10].

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є розробка інформаційної технології класифікації та маркування зображень для навчання моделей штучного інтелекту. Для прискорення процесу класифікації і маркування, зменшення частки ручної праці під час обробки масивів навчальних даних слід розглянути можливість застосування в інформаційній технології штучних нейронних мереж. Необхідно визначити загальні та функціональні вимоги до інформаційної системи автоматизації класифікації та маркування зображень, сформувати її структуру та обрати засоби розробки, розробити програмне забезпечення та провести його тестування.

Викладення основного матеріалу дослідження

Анотування є це важливою задачею, яка вимагає надійної, швидкої та ефективної платформи для роботи з даними в різній кількості та з використанням різних інструментів. Класифікація вихідного масиву зображень необхідна для його сортування по навчальним наборам.

Для автоматизації класифікації та підвищення продуктивності роботи персоналу, що здійснює обробку зображень, запропоновано використовувати штучну нейронну мережу Residual neural network (ResNet), яка є глибокою нейронною мережею, що має особливу архітектуру, яка дозволяє досягати кращих результатів у задачах класифікації зображень за рахунок можливості навчання в процесі виконання роботи в межах одного датасету. Архітектура ResNet передбачає використання блоків, що названі "residual blocks". Ці блоки містять звичайні шари нейронної мережі, але з деяким додатковим з'єднанням, яке дозволяє зберігати вхідну інформацію та додавати її до виходу блоку. Обрана модель залишкової нейронної мережі з тришаровими пропусками, що містять пакетну нормалізацію та нелінійність між ними [10]. Для навчання мережі було використано 50000 фото. Перед проведенням навчання цей масив було розділено на підмасиви Train, Test, та Validation, у відношенні 10%, 20% та 70% відповідно. Результати навчання моделі показано на рисунку 1.

```
Epoch 1/6127
43/43 [=====] - 17s 367ms/step - loss: 0.6303 - val_loss: 0.6133
Epoch 2/6127
43/43 [=====] - 17s 301ms/step - loss: 0.6235 - val_loss: 0.6055
Epoch 3/6127
43/43 [=====] - 17s 317ms/step - loss: 0.6171 - val_loss: 0.6011
Epoch 6125/6127
43/43 [=====] - 17s 322ms/step - loss: 0.0575 - val_loss: 0.0742
Epoch 6126/6127
43/43 [=====] - 17s 325ms/step - loss: 0.0506 - val_loss: 0.0732
Epoch 6127/6127
43/43 [=====] - 17s 331ms/step - loss: 0.0503 - val_loss: 0.0727
```

Рис. 1. Результат навчання моделі ResNet для автоматизації класифікації зображень

Як видно з рисунку 1, точність класифікації складає приблизно 93%, що свідчить про можливість практичного використання моделі. З метою подальшого покращення якості роботи мережі можна збільшити датасет та кількість епох навчання моделі.

Для автоматизації маркування даних запропоновано використовувати нейронну мережу Segment Anything Model (SAM), що є швидкою системою сегментації, яка дозволяє узагальнювати незнайомі об'єкти (в тому числі зображення) без додаткового навчання [11].

На рисунку 2 представлено приклад роботи моделі SAM, розділеної на кодер одноразових зображень і декодер масок, який може працювати в браузері всього за кілька мілісекунд на запит. Архітектурою, що використовується в моделі для сегментації об'єктів, є Convolutional Neural Network (CNN), які складаються з багатьох шарів, що вивчають ієрархічні представлення вихідних даних. Вони складаються зі шарів для вилучення ознак даних і шарів підвищеної вибірки, призначених для генерації сегментованого результату. Для навчання моделі сегментації потрібен достатньо великий набір зображень, позначених анотаціями на рівні пікселів, де кожному пікселю присвоюється мітка класу, що вказує на об'єкт, до якого він належить. Під час навчання модель вчиться зіставляти вхідні зображення з масками сегментації на рівні пікселів.

Процес навчання включає оптимізацію параметрів моделі для мінімізації різниці між прогнозованими масками сегментації та істинними анотаціями. Після того, як модель навчена, її можна використовувати для сегментації об'єктів на нових зображеннях, що не були використані при навчанні. Під час виведення вхідне зображення пропускається через навчену модель, яка створює карту ймовірностей, що вказує на ймовірність належності кожного пікселя до певного класу. В деяких випадках результат сегментації може піддаватися обробці методами постобробки з метою уточнення результатів. Це можуть бути такі методи, як морфологічні операції (наприклад, розширення) для видалення шуму або згладжування для покращення меж сегментації.

Ефективність моделі "Segment Anything Model" залежить від різних факторів, зокрема від якості та різноманітності навчального набору даних, а також від застосованих методів постобробки.

Для автоматизації класифікації та маркування зображень на основі зазначених штучних нейронних мереж необхідно розробити інформаційну систему. На рисунку 3 представлено основні функціональні можливості системи у вигляді діаграми прецедентів UML.

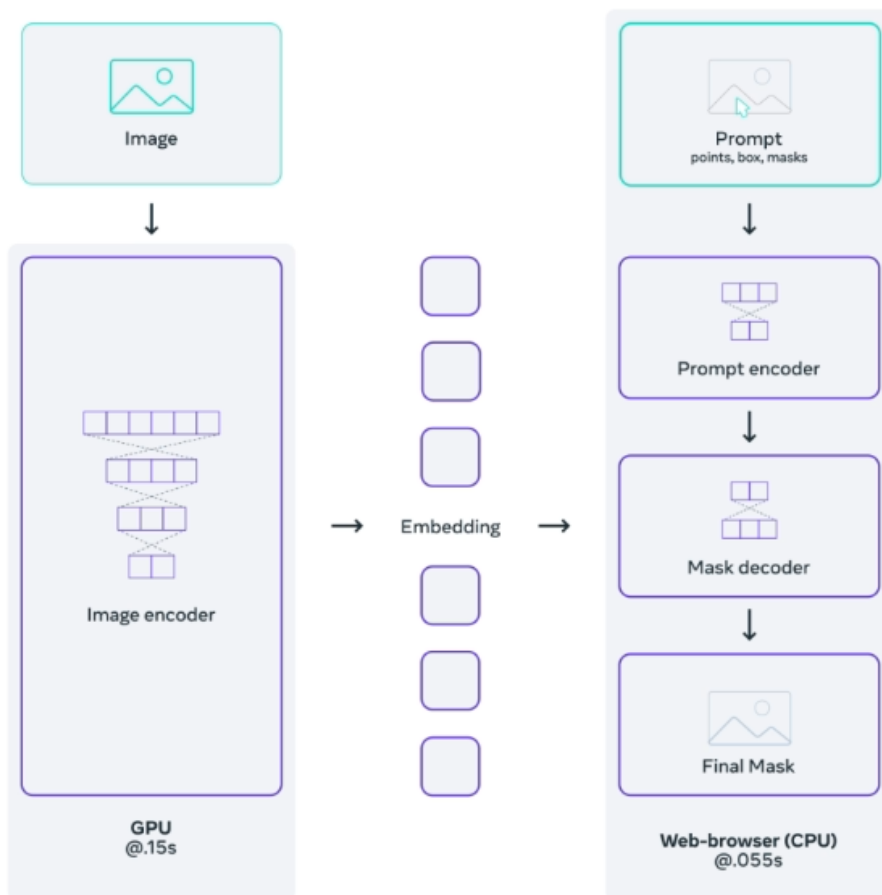


Рис. 2. Приклад роботи моделі SAM

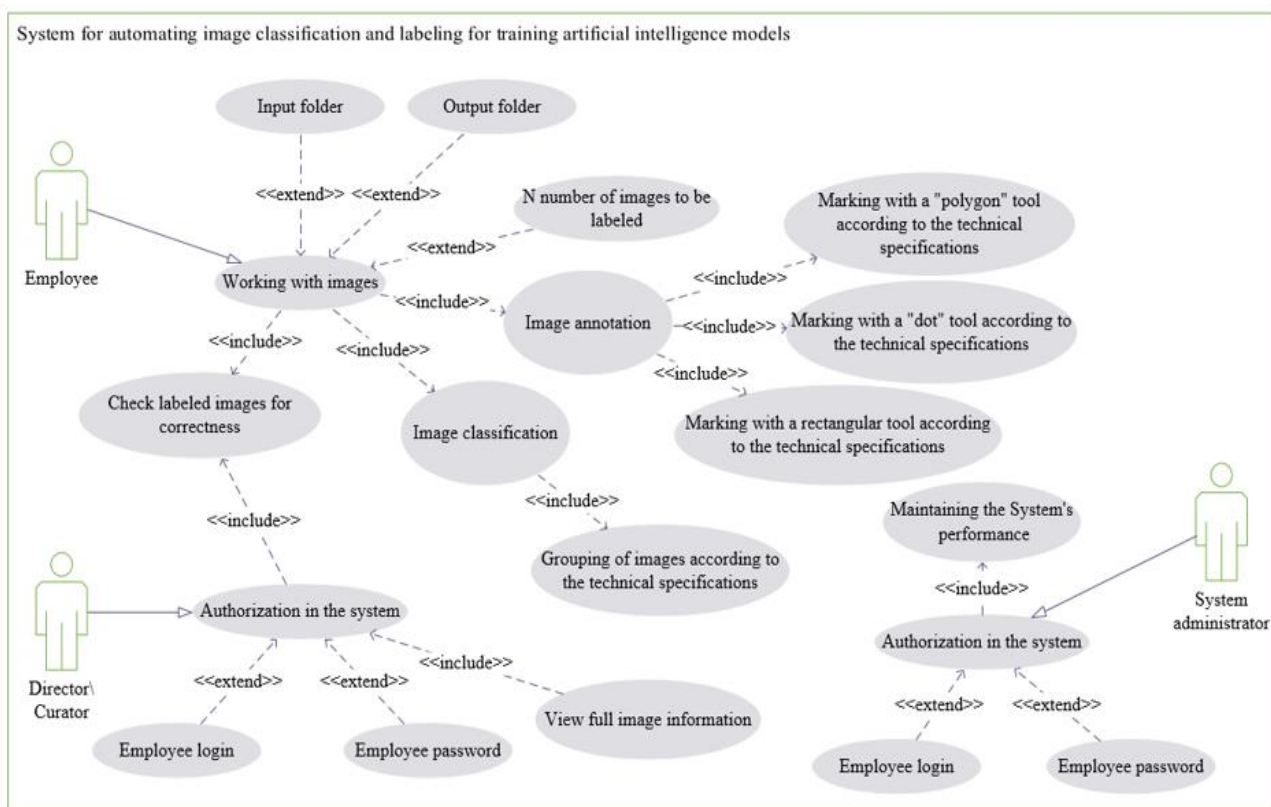


Рис. 3. UML діаграма прецедентів інформаційної системи класифікації та маркування зображень

Як видно з рисунку 3, у системи виділено 3 ролі користувачів, а саме «працівник», який має доступ до маркування та класифікації зображень, а також до їх перевірки на коректність, «системний адміністратор», функцію якого є підтримка працездатності системи, та «директор/куратор», що має доступ до перевірки даних на коректність та перегляду повної інформації зображень.

До структури інформаційної системи класифікації та маркування зображень входить модуль візуальної компоненти програми, який складається з декількох вікон для взаємодії з користувачем, та бази даних зображень, які містять вичерпну інформацію про фотографії та відповідні їм мітки. В якості системи управління базами даних було обрано MongoDB через її безкоштовність та продуктивність, що є важливим показником для компаній, які не мають великого бюджету для розгортання подібних систем. Програмне забезпечення системи розроблене на мові Python, яка має необхідні бібліотеки.

Висновки

В даній роботі представлено інформаційну технологію класифікації та маркування зображень для навчання моделей штучного інтелекту. За рахунок використання наведених в роботі штучних нейронних мереж для класифікації та сегментації зображень скорочується час обробки вихідних масивів даних при підготовці навчальних наборів зображень. Об'єднання цих інструментів в єдину інформаційну систему дозволить компаніям, які спеціалізуються на ануванні даних, підвищити продуктивність виробничих процесів. Результати досліджень можуть бути використані розробниками інформаційних технологій, що працюють в області навчання моделей штучного інтелекту.

Список використаної літератури

1. Data Labeling: How to Choose a Data Labeling Partner in 2023 [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://research.aimultiple.com/data-labeling/#why-is-it-important-now>
2. Acs B, Rantalainen M, Hartman J. Artificial intelligence as the next step towards precision pathology. *J Intern Med*. 2020. Vol. 288. P. 62–81.
3. Gulbahar Karatas. Data Annotation in 2023: Why it matters & Top 8 Best Practices. *AIMultiple* [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://research.aimultiple.com/data-annotation/>.
4. Документація Computer Vision Annotation Tool (CVAT) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/opencv/cvat>.
5. Документація Label studio(LS) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://labelstud.io/guide/>.
6. Abdou, M.A. Literature review: efficient deep neural networks techniques for medical image analysis. *Neural Comput & Applic*. 2022. Vol. 34. P. 5791–5812. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-06960-9>.
7. Gulzar, Y. Fruit Image Classification Model Based on MobileNetV2 with Deep Transfer Learning Technique. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, 1906. <https://doi.org/10.3390/su15031906>.
8. Dhiman, G., Kumar, A.V., Nirmalan, R. et al. Multi-modal active learning with deep reinforcement learning for target feature extraction in multi-media image processing applications. *Multimed Tools Appl* Vol. 82. P. 5343–5367. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12178-7>.
9. G. Huang, Z. Liu, L. Van Der Maaten and K. Q. Weinberger. Densely Connected Convolutional Networks. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Honolulu, HI, USA, 2017, pp. 2261-2269. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.243>.
10. Огляд ResNet та його варіантів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datascience.eu/machine-learning/an-overview-of-resnet-and-its-variants/>.
11. Офіційний Сайт Segment Anything Model (SAM) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://segment-anything.com/>.

References

1. Data Labeling: How to Choose a Data Labeling Partner in 2023. Retrieved from <https://research.aimultiple.com/data-labeling/#why-is-it-important-now>.
2. Acs B, Rantalainen M, Hartman J. (2020). Artificial intelligence as the next step towards precision pathology. *Journal of Internal Medicine*, 288, 62-81.
3. Gulbahar Karatas. (2023). Data Annotation in 2023: Why it matters & Top 8 Best Practices. *AIMultiple*. Retrieved from <https://research.aimultiple.com/data-annotation/>.
4. Computer Vision Annotation Tool (CVAT) Documentation. Retrieved from <https://github.com/opencv/cvat>.
5. Label studio (LS) Documentation. Retrieved from <https://labelstud.io/guide/>.
6. Abdou, M.A. (2022). Literature review: efficient deep neural networks techniques for medical image analysis. *Neural Computing & Applications*, 34, 5791-5812. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-06960-9>.

7. Gulzar, Y. (2023). Fruit Image Classification Model Based on MobileNetV2 with Deep Transfer Learning Technique. *Sustainability*, 15, 1906. <https://doi.org/10.3390/su15031906>.
8. Dhiman, G., Kumar, A.V., Nirmalan, R. et al. (2022). Multi-modal active learning with deep reinforcement learning for target feature extraction in multi-media image processing applications. *Multimedia Tools and Applications*, 82, 5343-5367. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12178-7>.
9. G. Huang, Z. Liu, L. Van Der Maaten, & K. Q. Weinberger. (2017). Densely Connected Convolutional Networks. In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Honolulu, HI, USA, pp. 2261-2269. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.243>.
10. Overview of ResNet and Its Variants. Retrieved from <https://datascience.eu/machine-learning/an-overview-of-resnet-and-its-variants/>.
11. Official Website of Segment Anything Model (SAM). Retrieved from <https://segment-anything.com/>.

УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

УДК 339.1

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.18>**О. В. КОКОРЕВА**

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-9918-2278

Р. М. НАБОКА

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-3417-8216

О. Є. ВОСКРЕСЕНСЬКА

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-5465-3195

**РЕКЛАМНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ
РІВНЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ**

У даній роботі розглянуто сутність рекламної діяльності та роль реклами як основного засобу забезпечення та підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств. Визначено мету рекламної діяльності підприємств, а також основні ролі (маркетингова, комунікативна та економічна) які виконує рекламна діяльність. Визначено основні цілі та завдання рекламної діяльності.

Проаналізовано основні етапи рекламної діяльності, а саме: вибір ефективної сегментації ринку, аналіз бюджету рекламної акції та постановка цілей, максимальна оптимізація внутрішніх процесів, оптимізація каналів та контенту для кожного етапу воронки, постійний моніторинг успішності та ефективності рекламних стратегій.

Досліджено основні математичні моделі оцінки ефективності рекламної діяльності, а саме: статичні та динамічні. Досліджено переваги та недоліки статичних та динамічних моделей оцінки ефективності рекламної діяльності. Так, серед основних недоліків динамічних моделей, незважаючи на їх переваги, можна назвати: в них не враховуються властивості товару (послуги), стадії життєвого циклу, специфіка рекламних засобів які використовуються, насиченість товарів на ринку, інтенсивність попиту, наявність конкурентів та ін. Доведено, що на практиці більш актуальними та інформативними є динамічні моделі оцінки ефективності рекламної діяльності.

Описано важливість прийняття управлінського рішення стосовно ведення рекламної діяльності на підприємстві або власними ресурсами підприємства або звернення до спеціалізованих рекламних кампаній, які беруть на себе повну відповідальність за розробку, впровадження та результати рекламної кампанії. Такі компанії мають перед рекламодавцями фінансові, юридичні та морально-етичні зобов'язання.

Ключові слова: *рекламна діяльність, маркетинг, реклама, рекламне агентство, конкурентоспроможність підприємства, ефективність рекламної діяльності.*

O. V. KOKORIEVA

PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Management, Marketing and Tourism
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-9918-2278

R. M. NABOKA

PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Management, Marketing and Tourism
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-3417-8216

O. Y. VOSKRESENSKA

PhD in Economics, Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Management, Marketing and Tourism

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-5465-3195

ADVERTISING ACTIVITIES AS A MEANS OF INCREASING THE LEVEL OF COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES

In this work, the finite the essence of advertising activity and the role of advertising as the main means of ensuring and increasing the level of competitiveness of enterprises. The purpose of the advertising activity of enterprises is determined, as well as the main roles (marketing, communicative and economic) performed by advertising activity. The main goals and tasks of advertising activity are defined.

The main stages of advertising activities were analyzed, namely: the choice of effective market segmentation, analysis of the advertising budget and goalsetting, maximum optimization of internal processes, optimization of channels and content for each stage of the funnel, constant monitoring of the success and effectiveness of advertising strategies.

The main mathematical models for evaluating the effectiveness of advertising activity were studied, namely: static and dynamic. The advantages and disadvantages of static and dynamic models for evaluating the effectiveness of advertising activities have been studied. Thus, among the main disadvantages of dynamic models despite their advantages we can mention: isn't take into account the properties of the product (service), the stages of the life cycle, the specifics of the advertising media used, the saturation of products on the market, the presence of competitors, ect. It has been proven that dynamic models for evaluating the effectiveness of advertising activity are more relevant and informative in practice.

The importance of making a managerial decision activities at the enterprise or with the enterprise's own resources or turning to specialized advertising campaigns, which assume full responsibility for the development, implementation and results of the advertising campaign, is described. Such companies have financial, legal and moral obligations to advertisers.

Key words: advertising activity, marketing, advertising, advertising agency, competitiveness of the enterprise, effectiveness of advertising activities.

Постановка проблеми

Сучасна ринкова практика господарювання в Україні характеризується все більшою зацікавленістю власників бізнесу та впровадження в його діяльність сучасних інструментів маркетингу. Аби досягти цілі та покращити свої конкурентні позиції на ринку бізнес вдається до впровадження в свою діяльність системного та стратегічного планування рекламної діяльності підприємства. Відкриваються нові канали маркетингової комунікації, конкуренція за увагу споживачів стає якісно кращою та водночас більш гострою. Рекламна діяльність стає головним пріоритетом комунікаційної діяльності, являється одним з необхідних засобів забезпечення конкурентоспроможності підприємства, вирішує проблему його розвитку та забезпечує споживачів необхідною інформацією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Теоретичні та практичні аспекти, щодо планування, організації, результативності та питання впливу рекламної діяльності на підвищення рівня конкурентоспроможності підприємства актуалізуються в наукових працях багатьох науковців таких як: Берман Б., Беррі С., Гаркавенко С.С., Дейян А., Діброва Т.В., Картер Г., Крепак А.С., Лук'янець Т.І., Рибальченко І.А., Ромат Є.В., Ротцолл К., Примак Т.О., Уеллс У., Фрайбургер В., Шульгіна Л.М. та ін.

Практичне значення рекламної діяльності пояснює невичерпний інтерес серед науковців і практиків до такого явища, як реклама, і велику кількість наукових публікацій з питань організації рекламних комунікацій. Проте, в науковому середовищі і сьогодні немає єдності в поглядах на методи забезпечення їх ефективності в умовах сучасного ринку.

Формулювання мети дослідження

Якщо розглядати процес рекламної діяльності та її вплив на підвищення рівня конкурентоспроможності підприємства, то метою такого процесу є отримання якомога більшої ефективності та результативності від рекламної діяльності при мінімальних затратах, а також визначення найбільш ефективного каналу просування повідомлення до цільової аудиторії (телевізійна реклама, газети, журнали, постери на зупинках, промо-акції, соціальні мережі, телеграм канали та ін.), що позитивно позначиться на рівні конкурентоспроможності підприємства.

Викладення основного матеріалу дослідження

Рекламна діяльність та маркетинг необхідні складові діяльності будь-якого підприємства, які забезпечують зростання доходів підприємства, пізнаваності бренду, тобто реклама являється одним із необхідних засобів забезпечення конкурентоспроможності підприємства.

Рекламна діяльність в Україні регламентується законами України. Значення терміну реклами міститься у ст. 1 Закону України «Про рекламу» від 01.08.2021, підстава – 1591-IX [1].

Основні рекламні цілі та завдання визначаються рішеннями, що приймаються для рекламної програми, характеристиками цільового ринку, маркетинговою стратегією, бізнес-планами та бюджетами [2].

Основна мета рекламної діяльності полягає в тому, щоб привернути увагу споживача, потенційного клієнта, дізнатись про його запити, викликати інтерес до товару (послуги), передати споживачу потрібну інформацію, підштовхнути його діяти певним чином, відвернути увагу цільової аудиторії від товару (послуги) конкурента зі схожими характеристиками.

Маркетингова роль реклами є комплексною, що включає продукцію, ціну продукту, спосіб розповсюдження продукції та рух продукту. Кожен з цих елементів є підструктурою маркетингу і складається з групи елементів.

Комунікативна роль полягає у здійсненні масової комунікації, донесенні різних видів маркетингової інформації, необхідної для досягнення взаєморозуміння між продавцем і покупцем у ринковій системі [3].

Економічна роль реклами полягає в орієнтуванні виробництва до цілей задоволення потреб споживачів. Реклама створена для встановлення зв'язку споживачів з виробниками та їх довготривалого підтримки. За допомогою реклами підприємству відкривається можливість впливу на формування та зміна купівельних навичок, споживчого попиту, а також звичок. Реклама також сприяє підвищенню ефективності процесу виробництва товарів, їх обігу та споживання, крім цього вона сприяє скороченню часу продажу, полегшенню покупок у магазинах самообслуговування та надає допомогу в орієнтуванні в асортименті товарів. Все вищезазначене в цілому сприяє оптимізації витрат на реалізацію продукції [6].

Перш ніж розпочати процес рекламної діяльності перед маркетологом стоїть ряд питань, які необхідно виважено опрацювати. Від того на скільки якісно вони будуть досліджені, будуть залежати і результати рекламної діяльності в цілому. Існують обов'язкові етапи рекламної діяльності, з якими стикаються маркетологи:

1. Вибір ефективної сегментації ринку. Маркетолог має ретельно дослідити ринок аби визначити хто є ідеальним клієнтом та що він хоче бачити від бренду компанії.

Для підвищення результативності рекламної діяльності та покращення позицій конкурентоспроможності підприємства на ринку, сам ринок подрібнюють на сегменти, де кожному сегменту притаманні певні риси та якості. Спеціаліст з рекламної діяльності повинен обирати ті ЗМІ, які максимально відповідають вимогам і очікуванням груп, які складають ключовий сегмент ринку.

Так, виділяють три ключові сегменти ринку [4, с. 34]:

- демографічний;
- соціо-психологічний;
- залежно від ступеню використання пропонованої продукції.

2. Аналіз бюджету рекламної акції та постановка цілей. Бюджет повинен передбачати можливість тестування та експериментів з аудиторіями, каналами, повідомленнями та креативом. Послідовний вимір успіху кожного експерименту в порівнянні з нашим бюджетом допоможе визначити, які стратегії забезпечують рентабельність інвестицій та повернення рекламних витрат (ROAS) [5].

Під цілями потрібно розуміти задачі які повинні бути вирішені, результати яких необхідно добитися, при цьому, не варто забувати про пріоритетність розстановки цілей.

Для виконання цілей реклами, компанія має дотримуватися основних правил при розробці:

- орієнтація на цільову аудиторію;
- співвідношення економії витрат на розробку та впровадження медіа-плану.

За типами цілей рекламна діяльність може бути стратегічною, тактичною та оперативною. Стратегічна рекламна діяльність має на меті вибір досягнення цілей та завдань, які задає організація. Визначаючи стратегічну лінію, розглядають такі параметри:

- кількість цільових аудиторій, на які буде спрямоване наше повідомлення і їх співвідношення;
- географічні характеристики з погляду дії пріоритетних ЗМІ, тобто, який регіон є найбільш сприятливим для нашого повідомлення, і які ЗМІ будуть найбільш ефективні в ньому;
- тривалість роботи ЗМІ;
- поєднання різних ЗМІ [4, с. 22].

Сенс тактичної рекламної діяльності полягає в обґрунтуванні необхідних для досягнення заздалегідь встановлених ЗМІ, пояснює пріоритетність використання тих чи інших ЗМІ з погляду економічної ефективності та охоплює короткостроковий та довгостроковий період планування.

Оперативна рекламна діяльність являє собою планування окремих операцій по роботі зі ЗМІ. Основним завданням оперативної рекламної діяльності є вибір необхідних та максимально ефективних ЗМІ в даний конкретний проміжок часу.

Варто зазначити, що від того наскільки вдало буде обрана та впроваджена реклама, залежатиме і її результат.

За образним висловом Е. Райса і Дж. Траута «танки й артилерія сьогоднішніх маркетингових воїн – це реклама. Поки ви не знатимете, як використовувати рекламу на тактичному рівні, ви не можете вважатися добрим

маркетинговим стратегом» та ще один їх доречний вислів «великі компанії можуть займати висоти, проте дрібні покривають всю іншу територію» [6].

3. Максимальна оптимізація внутрішніх процесів [8]. Даний етап пов'язаний з проблемою вибору доцільних технологічних інструментів, адже важливо максимально ефективно використовувати час та зусилля команди. Правильно підібране програмне забезпечення полегшує публікацію контенту та забезпечує розуміння аудиторії, тому ми витрачаємо менше часу на організацію цих аспектів.

4. Оптимізація каналів та контенту для кожного етапу воронки. На основі проведеного дослідження ринку та розробки персони покупця має бути уявлення про те, які канали найкраще підходять для залучення клієнтів. Також необхідно знати, який контент і повідомлення, швидше за все, залучать їх. Вивчення даних про кампанії та клієнтів допоможе також зрозуміти, чого саме хочуть від бренду ті, хто знаходиться у верхній частині тунелю, і як ми просуватимемо їх до продажу [4].

5. Постійний моніторинг успішності та ефективності рекламних стратегій. На даному етапі варто проводити А/В – тести, щоб визначити, чи досягають повідомлення та контент потрібної аудиторії та чи надають вони бажаний ефект; оцінювати успіх процесу рекламної діяльності відповідно головних цілей – збільшення кількості потенційних клієнтів, підвищення конверсії, зростання доходів, збільшення конкурентних переваг підприємства та підвищення самого рівня конкурентоспроможності підприємства. Тут варто вчасно вносити корективи у форми реклами та в повідомлення.

Для того аби правильно оцінити результативність рекламної діяльності, прийнято проводити оцінку ефективності реклами яка буває комунікаційною та економічною.

Комунікаційна ефективність характеризується числом охоплення споживачів, яскравістю і глибиною вражень, ступенем залучення уваги, рівнем спонукання до купівельної поведінки та ін.

Оцінювання економічної (торговельної) ефективності реклами засноване на встановленні зв'язку між витратами на рекламу і обсягом збуту товару або пов'язаним з ним доходом (прибутком) від реалізації товару та часткою ринку. Для оцінки економічної ефективності рекламної кампанії застосовують математичні моделі, з яких відмітимо моделі Данахера-Руста, Відейла й Волфа, Літгла і Юла [17]. Дані моделі відносяться до статичних моделей та встановлюють залежності між показниками рекламної ефективності на увесь період планування реклами, без урахуванням їх зміни протягом деякого часу.

На практиці більш актуальними та інформативними є динамічні моделі які описані авторами [9–19], які здатні описувати рекламну діяльність як процес змін, що відбувається у часі, але можуть більш точно визначати залежності між вхідними та вихідними параметрами статичних моделей. Динамічні моделі надають також можливість уточнювати залежності між показниками рекламної ефективності у процесі рекламування і відповідно до цього проводити корегувальні дії стосовно частоти контактів, тривалості реклами та ін.

Дані моделі є універсальними, але в той же час їх основним недоліком можна вважати те, що в них не враховуються властивості товару (послуги), стадії життєвого циклу, специфіка рекламних засобів які використовуються, насиченість товарів на ринку, інтенсивність попиту, наявність конкурентів та ін.

Варто зазначити, що рекламна діяльність – це процес досить кропіткий та коштовний, крім того результати можуть бути лише через деякий період часу. Часто підприємству економічно не доцільно утримувати у себе в штаті спеціалістів з рекламної діяльності, адже заробітну плату їм необхідно виплачувати щомісячно, а проводити рекламну діяльність можна раз або два рази на рік, в залежності від маркетингових цілей підприємства. Тому, існують рекламні компанії (маркетингові агентства, які спеціалізуються на виконанні рекламних функцій: проведенні рекламних досліджень, розробці планів рекламної діяльності, розробці і проведенні рекламних кампаній, у тому числі виробництві рекламних звернень, їх підготовці та розташуванні) які беруть на себе відповідальність за розробку та результати рекламної діяльності. Рекламні агентства мають перед рекламодавцями фінансові, юридичні і морально-етичні зобов'язання. Таким чином перед власником бізнесу стоїть питання: створення власного рекламного відділу, в об'язки якого буде входити просування товарів (послуг) з усіма витікаючими наслідками чи звернення до спеціалізованих агентств.

Точна рентабельність інвестицій (ROI) є досить різною в різних галузях, компаніях, кампаніях та медіа-каналах, але дослідження показали, що долар, витрачений на рекламу, повертає 3–20 доларів додаткових продажів Щоб конкурувати та розвиватися на сучасному різноманітному, постійно мінливому ринку, підприємства повинні ефективно охоплювати цільових споживачів, швидко попереджаючи їх про введення нових продуктів, вдосконалений дизайн продукції та конкурентоспроможні ціни [7].

Висновки

З вищевикладеного можна зробити висновки:

– конкурентоспроможність підприємства прямим чином залежить від ефективності провадженої політики рекламної діяльності. Крім того вибір самої форми рекламної стратегії залежить від рішення керівника підприємства. Саме він приймає рішення чи створювати та розвивати власний рекламний відділ, в даному випадку

є ризик неефективного вкладення коштів, чи звернутися за допомогою до спеціалізованих рекламних компаній які і несуть повну відповідальність за розробку та результати рекламної кампанії;

– саме за результатами ефективної рекламної кампанії збільшуються знання споживачів про продукцію або послуги, в результаті зростає пізнаваність бренду компанії, збільшується лояльність клієнтів і частка ринку;

– пізнаваність компанії впливає і на довіру серед потенційних партнерів при створенні спільних проєктів, інвестиціях, виходу на міжнародні ринки, що також позначається на конкурентоспроможності підприємства;

– окрім впливу на саме підприємство ефективна рекламна діяльність має також вплив і на економіку галузі в цілому (збільшення робочих місць, підвищення заробітної плати, розвиток інновацій і технологій, підвищення конкурентоспроможності на ринку).

Конкурентоспроможність рекламної діяльності підприємства важко оцінити загальними показниками ефективності, тому важливо зібрати творчу команду для створення рекламного продукту, слідкувати за прибутком підприємства після запуску рекламної кампанії за економічними критеріями, чітко керуватися маркетинговим цілям та планам, а також творчим потенціалом працівників.

Список використаної літератури

1. Закон України № 286-IX від 12.11.19 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо гармонізації законодавства у сфері порівняльної реклами із правом Європейського Союзу». Офіційний вебпортал парламенту України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-20#Text>

2. Божкова В. В., Мельник Ю. М. Реклама та стимулювання збуту: навч. посіб. К.: ЦУЛ, 2009. 200 с.

3. Перерва К. А., Безус Р. М., Крючко Л. С. Маркетинговий менеджмент у SMM. Інвестиції: практика та досвід. 2021. № 21. С. 66–71. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.21.66>

4. Киричок А.П. Практика рекламної та PR-діяльності. Медіапланування. Практикум. Навчальний посібник. / Киричок А.П. – Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», 2023, 124 с.

5. Як якісно оновити стратегію медіапланування [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://istec.com.ua/uk/yak-yakisno-obnovyty-stratehiyu-mediaplanuvannya/>

6. Райс Ел. Маркетингові війни / Ел. Райс, Джек Траут; пер. з англ. В'ячеслав Стельмах. Фабула: 2019. 240 с

7. Харчук О.Г. Тенденції сучасного розвитку рекламного ринку в Україні / О.Г. Харчук, С.А. Черевач. 2017 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://global-national.in.ua/archive/20-2017/127.pdf>

8. Приступа Т.В. Медіапланування та реклама як фактори впливу на конкурентоспроможність підприємства. / Т.В. Приступа., В.В. Дергачова. 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/230513>

9. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. посібник. К.: КНЕУ, 2003. 408 с.

10. Гальчинський Л. Модель оцінки ефективності компаній-посередників на ринку контекстної реклами/ Л. Гальчинський, Д. Сташкевич// Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент». 2015. № 13. С. 242-246.

11. Діброва Т. Г. Процедура планування бюджету рекламної кампанії: комбінований підхід/ Т. Г. Діброва// Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2014. № 11. С. 349-355.

12. Коренев А. І. Формування стратегії управління рекламною діяльністю / А.І. Коренев // Формування ринкових відносин в Україні. 2005. № 2. С. 121–132.

13. Кузьминчук Н.В. Прогнозування ефективності рекламної діяльності підприємства на основі методів економічної динаміки / Н.В. Кузьминчук, О.О. Антоненко // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики. 2014. № 2. С. 24-35.

14. Ромат Е.В. Реклама в системі маркетингу. Харьков: НВФ „Студцентр”, 2002. 222 с.

15. Онїстрат О.В. Ефективність рекламної діяльності підприємств./ О.В. Онїстрат. // Актуальні проблеми економіки. 2008, № 7 (85). С. 127-131.

16. Примак Т. О. Маркетингові комунікації на сучасному ринку./ Т. О. Примак. Київ: МАУП. 200 с.

17. Стець О. В. Економіко-математичне моделювання оптимального бюджету рекламної кампанії/ О. В. Стець, О. С. Гришечкина // Економіка та підприємництво: зб. наук. пр. молодих учених та аспірантів/ М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київ. нац. економ. ун-т ім. В. Гетьмана»; відп. ред. С. І. Дем'яненко. Київ: КНЕУ, 2012. Вип. 28. С. 168-177.

18. Bob Donath. Employ Marketing Metrics with a Track Record/ Donath B.// Marketing News. September, 15. 2003. p.12.

19. Demetrios Vakratsas, Fred M. Feinberg, Frank M. Bass, and Gurumurthy Kalyanaram. The Shape of Advertising Response Functions Revisited: A Model of Dynamic Probabilistic Thresholds/ Vakratsas D., Feinberg F. M., Bass F. M., Kalyanaram G. // Marketing Science 23, 2004. Winter, № 1. p.109-119.

References

1. Zakon Ukrainy № 286-ІKh vid 12.11.19 «Pro vnesennja zmin do dejakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shhodo gharmonizaciji zakonodavstva u sferi porivnjalnoji reklamy iz pravom Jevropejskogo Sojuzu». Oficijnyj vebportal parlamentu Ukrainy. [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-20#Text>
2. Bozhkova V. V., Meljnyk Ju. M. (2009) Reklama ta stymuljuvannja zbutu: navch. posib. K.: CUL, 200s.
3. Pererva K. A., Bezus R. M., Krjuchko L. S. (2021) Marketynghovij menedzhment u SMM. Investyciji: praktyka ta dosvid. № 21. S. 66–71. [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.21.66>
4. Kyrychok A.P. (2023) Praktyka reklamnoji ta PR-dijalnosti. Mediaplanuvannja. Praktykum. Navchalnyj posibnyk. / Kyrychok A.P. – Kyjiv: Nacionalnyj tekhnichnyj universytet Ukrainy «Kyjivskij politekhnichnyj instytut im. I. Sikorsjkogho», 124 s.
5. Jak jakisno onovyty strategiju mediaplanuvannja [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: <https://istec.com.ua/uk/yak-yakisno-obnovyty-strategiyu-mediaplanuvannja/>
6. Rajs El. (2019) Marketynghovi vijny / El. Rajs, Dzhek Traut; per. z angl. V'jacheslav Stelmakh. Fabula: 240 s.
7. Harchuk O.G. (2017) Thendentsii suchasnogo rozvytku reklamnogo rynku v Ukrainy / O.G. Harchuk, S.A. Cherevach. [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: <http://global-national.in.ua/archive/20-2017/127.pdf>
8. Pristupa T.V. (2021) Media-planuvannja ta reklama yak factory vplyvu na konkurentospromoznist pidpriemstva. / T.V. Ptistupa, V.V. Dergachova. [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/230513>
9. Vitlinskyi V.V. (2003) Modeliuvannia ekonomiky: Navch. posibnyk./ V.V. Vitlinskyi. Kiev: KNEU, 408 p.
10. Halchynskiy L. (2015) Model otsinky efektyvnosti kompaniiposerednykiv na rynku kontekstnoi reklamy/ L. Halchynskiy, D. Stashkevych// Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seria: «Ekonomika i menedzhment». No. 13. P. 242-246.
11. Dibrova T. H. (2014) Protsedura planuvannia biudzhetu reklamnoi kampanii: kombinovani pidkhid/ T. H. Dibrova// Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut». No. 11. P.349-355.
12. Koreniev A. I. (2005) Formuvannia strategii upravlinnia reklamnoiu diialnistiu / A.I. Koreniev // Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini. No. 2. P. 121–132.
13. Kuzmynchuk N.V. (2014) Prohnozuvannia efektyvnosti reklamnoi diialnosti pidpriemstva na osnovi metodiv ekonomichnoi dynamiky / N.V. Kuzmynchuk, O.O. Antonets // Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy mashynobudivnoi haluzi: problemy teorii ta praktyky. No. 2. P. 24-35.
14. Romat E.V. (2002) Reklama v systeme marketynha./ E.V. Romat. Kharkov: NVF „Studsentr”, 222 p
15. Onistrat O.V. (2008) Efektyvnist reklamnoi diialnosti pidpriemstv./ O.V. Onistrat. // Aktualni problemy ekonomiky. No. 7 (85). P 127-131.
16. Prymak T. O. Marketynhovi komunikatsii na suchasnomu rynku./ T. O. Prymak. Kyiv: MAUP. 200 p.
17. Stets O. V. (2012) Ekonomiko-matematychne modeliuvannia optymalnoho biudzhetu reklamnoi kampanii/ O. V. Stets, O. S. Hryshechkyna // Ekonomika ta pidpriemnytstvo: zb. nauk. pr. molodykh uchenykh ta aspirantiv/ M-vo osvity i nauky Ukrainy, DVNZ «Kyiv. nats. ekonom. un-t im. V. Hetmana» ; vidp. red. S. I. Demianenko. Kyiv: KNEU, Vyp. 28. P. 168-177.
18. Bob Donath. (2003) Employ Marketing Metrics with a Track Record/ Donath B.// Marketing News. September, 15. p.12.
19. Demetrios Vakratsas, Fred M. Feinberg, Frenk M. Bass, and Gurumurthy Kalyanaram. The Shape of Advertising Response Functions Rvisited: A Model of Dynamik Probabilistic Thresholds/ Vakratsas D., Feinberg F. M., Bass F. M., Kalyanaram G. // Marketing Science 23, 2004. Winter, no 1. P. 109-119.

ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

УДК 159.91

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.19>

В. М. ДЕМЧЕНКО

кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0003-1841-7798

Н. М. КОВАЛЬСЬКА

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-5758-8373

ГЕНДЕРНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ЯК ЧИННИК РЕФОРМУВАННЯ
ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ

У статті розглянуто питання гендерного інтегрування, що передбачає комплекс відповідних заходів, законодавчих актів у площині правової рівноправності жінок і чоловіків. З'ясовано поняття «гендер», «гендерні стереотипи», «гендерне інтегрування», погляди на них українських учених, пропозиції державників на законодавчому рівні. Проаналізовано психологічний аспект проблеми, що передбачає вирішення проблем, пов'язаних із віковими гендерними стереотипами патріархальної та релігійної природи. Враховано власне українську специфіку гендерного питання на соціальному рівні, що передбачає давні демократичні традиції соціуму, матриархальні пріоритети, статеvu толерантність. Відзначено таку бінарну опозицію і в мовленні, де представники кожної статі можуть обирати певні відмінні мовні рефлексії, а також характеризуються в публічному мовленні (наприклад, рекламі) через гендерні ознаки.

Зроблено висновки, що гендерна стереотипізація є однією з проблем демократії, адже заперечує рівноправність за ознакою статі, що перешкоджає розумінню серед людей, створює психологічні бар'єри в сімейній, діловій і політичній сферах, а також гендерну сегрегацію у професійно-кар'єрній площині. Гендерні аспекти взаємодії в організації властиві всім країнам, зокрема й Україні, хоча історично тут визнавалась значущість жінки, навіть її домінантність. Саме за гендерними стереотипами соціум традиційно критично ставиться до жінок, які виявляють амбіційність у досягненні посадових вершин – аж до найвищих у країні. У площині гендерного інтегрування як заходи визначаються партнерсько-професійні й партнерсько-соціальні відносини, коли працівники всіх рівнів і статей залучені у планування та реалізацію наявних програм.

Ключові слова: гендерне інтегрування, гендерні стереотипи, Україна, рівноправність, законодавство.

V. M. DEMCHENKO

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Public Administration
and Local Self-Government
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0003-1841-7798

N. M. KOVAL'SKA

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Public Administration
and Local Self-Government
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-5758-8373

GENDER INTEGRATION AS A FACTOR OF PUBLIC ADMINISTRATION REFORM IN UKRAINE

The article examines the issue of gender integration, which involves a set of appropriate measures, legislative acts in the field of legal equality between women and men. The concepts of «gender», «gender stereotypes», «gender integration», the views of Ukrainian scientists on them, proposals of statesmen at the legislative level are clarified. The psychological aspect of the problem, which involves solving problems related to age-old gender stereotypes of a patriarchal and religious nature, is analyzed. The Ukrainian specificity of the gender issue at the social level is taken into account, which involves

the ancient democratic traditions of society, matriarchal priorities, and sexual tolerance. Such a binary opposition is also noted in speech, where representatives of each gender can choose certain distinct language reflections, and are also characterized in public speech (for example, advertising) through gender features.

It was concluded that gender stereotyping is one of the problems of democracy, because it denies gender equality, which hinders understanding among people, creates psychological barriers in the family, business and political spheres, as well as gender segregation in the professional and career sphere. Gender aspects of interaction in the organization are characteristic of all countries, including Ukraine, although historically the importance of women, even their dominance, has been recognized here. It is based on gender stereotypes that society traditionally criticizes women who show ambition in reaching the top positions – up to the highest in the country. In the area of gender integration, partnership-professional and partnership-social relations are defined as measures, when employees of all levels and genders are involved in the planning and implementation of existing programs.

Key words: gender integration, gender stereotypes, Ukraine, equality, legislation.

Постановка проблеми

Сучасна цивілізація попри свою релігійну та ідеологічну різнобарвність має домінантну орієнтацію на демократизм, адже саме рівність у правах надає відчуття свободи, з яким людина може реалізувати свої вроджені здібності, набуті здатності та духовні прагнення. І якщо з демократизмом насамперед асоціюється право вибору, то гендерний аспект виходить на поверхню соціальних змагань лише на межі XIX–XX століть, коли з'являється рух за права жінок, і самі жінки стають набагато активнішими в політичному й суспільному житті. Жінки освітянки, літераторки, ремісниці, продавчині, журналістки вже не викликали подиву серед міського загалу. Вони опанували різноманітні види спорту й навіть військову службу.

Проте поряд із такими цивілізаційними здобутками все одно залишається статеве розмежування, і той же спорт розподіляється на «чоловічий» і «жіночий», а домашнє господарство та виховання дітей і донині вважається жіночим заняттям. І вже жінка, скажімо суддя чи перукарка, після важкого робочого дня – і не лише фізично, але й морально – мусить готувати їжу й займатися з дітьми. Звісно, часто чоловіки беруть також у цьому участь, але залишається стійкий стереотип: «чоловік відпочиває після роботи, а жінка займається хатніми справами» (незважаючи на її робочий день). Саме в такому життєвому варіанті виховуються й діти, мемезійно сприймаючи цю традицію.

Що ж стосується виробничого колективу (персоналу організації), то тут наявні інші проблеми в гендерній площині. Жінка займає, як правило, нижній чи середній щабель у кар'єрному вимірі, а чоловік – переважно вищий. Це пояснюється певними ментальними особливостями, за якими друга має виконавські риси, а другий – управлінські (планування, аналіз, контроль), хоча практика доводить, що це не завжди так. Звісно, такий стереотипний розподіл впливає насамперед на матеріальний стан жінки, адже її прибутки є принципово меншими. Отже, постає конкретна проблема демократичного суспільства – гендерна нерівність, яку має вирішувати кожна держава зважаючи на свої власні традиції та можливості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання гендерних стереотипів останнім часом вивчається не лише на рівні психологічної теорії, але й поширюється на дослідження, пов'язані з професійною діяльністю загалом (наприклад, Т. Медіна й В. Назарова аналізують вплив гендерних стереотипів на професійну діяльність в Україні [1]), управлінською зокрема (наприклад, М. Ткалич вивчає гендерну взаємодію персоналу організацій [2], І. Костюк та В. Стадник – гендерні аспекти лідерства у сфері управління [3]), із соціально-суспільними (наприклад, група вчених досліджують ставлення громадськості до гендерних проблем в українському суспільстві [4], інша група – принципи розуміння гендерної рівності [5]), а також із лінгвістичним маркуванням гендеру (І. Царьова – у сучасній лінгвістичній науці [6]). Проте науковці недостатньо розглядають сферу публічного управління в Україні як поле для гендерного інтегрування (упровадження).

Формулювання мети дослідження

Зважаючи на вищенаведені положення, мета статті – дослідити особливості гендерних стереотипів і шляхів відповідного позитивного гендерного інтегрування у процесі реформування публічного управління. Для цього потрібно вирішити кілька завдань, зокрема проаналізувати погляди сучасних українських учених із цієї проблематики, положення відповідного сучасного законодавства в Україні, залучити нестандартні підходи, зокрема комунікаційний (лінгвістичний). Саме тому залучено такі спеціальні методи дослідження, як аналітичний, прогностичний, психологічний, лінгвістичний.

Викладення основного матеріалу дослідження

Згідно із Законом України 2005 року «Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків» (далі – Закон 2005 року) визначено поняття дискримінації за ознакою статі, що передбачає таку ситуацію, у якій особа чи група осіб за ознаками статі «зазнає обмеження у визнанні, реалізації або користуванні правами і свободами або привілеями в будь-якій формі», причому ознаки статі категорично не визначаються як сталі (біологічні), а як такі, що «були, є та можуть бути дійсними або припущеними» [7]. Останнє є важливим у сучасних реаліях, коли вже

не викликають подиву, не кажучи вже про шок, люди відкрито гомосексуальної орієнтації чи ті, які оперативно змінили свою стать. Усі ці колізії становлять безперечний поступ у розвитку демократії, відході від патріархального або релігійного радикалізму, що гальмують соціальну інтеграцію як один із провідних концептів сучасної цивілізації.

Надарма вчені відзначають, що в суспільстві вже не сприймається як певний феномен жінка-поліцейський чи, навпаки, чоловік – вихователь у дитячому садку, або й зовнішньо – жінка з коротким волоссям чи чоловік із кольоровими косичками, але певний подив відчувається, особливо у країнах ранньої демократії, де зберігаються міцні довготривалі стереотипи щодо соціальних, статевих, вікових ознак. Думаємо, що сьогодні це вже не актуально, і гендерні відмінності чіткіше відзначаються в інших площинах соціуму.

У світовій науці процес оцінювання політики, відповідних заходів, законодавчих актів у площині їх впливу на рівноправність жінок і чоловіків називається гендерним мейнстримінгом, гендерним інтегруванням або впровадженням гендерних підходів [5, с. 7]. На нашу думку, серед цих термінів кращим є «гендерне інтегрування» (впровадження), адже він більш зрозумілий серед загалу. Тому це словосполучення ми використовуємо в нашому дослідженні як основне – поряд із тематично пріоритетним поняттям «гендерна рівність», що за Законом 2005 року передбачає «рівний правовий статус жінок і чоловіків та рівні можливості для його реалізації, що дозволяє особам обох статей брати рівну участь у всіх сферах життєдіяльності суспільства» [7]. У цьому визначенні ми відзначаємо словосполучення «брати рівну участь», що передає сутність соціальної площини гендерного питання.

Учені починають аналізувати цю проблему традиційно зі з'ясування поняття «гендер», що впливає з ознак статевої нерівності в усіх суспільствах незважаючи на їх соціально-економічний розвиток, державний або політичний устрій. Загальним для них є запровадження соціальних ролей, які покладає суспільство людей, серед яких жінки та чоловіки мають нерівні можливості щодо життєвої реалізації в окремих сферах, зокрема на ринку праці, здобутті освіти, у владних структурах і, зрештою, в отриманні прибутків, володінні власним господарством [1, с. 127]. Тобто щодо чоловіків і жінок традиційно визначаються історично вкорінені стереотипи.

Група вчених із Національної академії внутрішніх справ у складі Н. Камінської, С. Чернявського та О. Перунової сутність гендеру виводять із анатомо-біологічних ознак (статеві органи, репродуктивна система, хромосомний набір, за якими визначають жінок і чоловіків), що в соціальній площині набуває власне гендерних особливостей. Тобто гендер уже позначає дещо інші ознаки – поведінкові, культурні, психологічні, візуальні, що також позначають відмінності між жінками й чоловіками [5, с. 5]. Такі поведінкові відмінності, за твердженням інших дослідників (І. Костюк і В. Стадник), дозволяють розширити зміст поняття «гендер» від власне відмінностей між жінками й чоловіками до колізії нерівності між ними в реалізації можливостей [3, с. 58].

Отже, гендерні стереотипи, за словами Т. Медіної й В. Назарової, виникають відповідно до різних статусів-ролей чоловіків і жінок у суспільстві та надалі стають певними моделями і для молодшого покоління. Гендерні стереотипи поділяються вченими на групи: 1) психологічні, що стосуються соматичних, поведінкових рис (зокрема стереотипна маскуліність традиційно передбачає домінантність, упевненість у собі, логічне мислення, фемінність – залежність, піклування, емоційність); 2) соціальні, що співвідносять статево відмінність із сімейними й фаховими обов'язками (перші для жінок, другі – для чоловіків); 3) виробничі – відповідно до змісту праці жінок і чоловіків (для перших стереотипною є виконавська, сервісна діяльність, для других – організаційна, керівна, творча) [1, с. 128].

У зазначеній вище диференціації за групами третя – виробнича – упродовж останнього століття трансформується, адже жінки активно «вливалися» у професійне поле чоловіків, і не лише у «важких» професіях (водіїв, будівельників і навіть шахтарів), а й у обійманні керівних посад, участі в політиці тощо. Хоча сучасна гендерна політика спрямована на більш активне залучення жінок у найбільш престижні професії, які зайняті чоловіками.

Відповідно до вищенаведеної дихотомії біологічного й соціального М. Ткалич розглядає гендер як соціально-психологічну категорію, адже тут наявне біологічне підґрунтя (статева належність), психологічна сутність статі, гендерна ідентичність (сприйняття й усвідомлення власної статевої належності), гендерні ролі й переконання (формування людини як представника гендерної групи, зумовлене культурними й соціальними особливостями). Тобто провідні ознаки гендеру – психологічна стать особистості, її гендерна ідентичність, гендерна роль і стереотипи [2, с. 13].

Група вчених, які аналізували стан гендерних стереотипів в українському суспільстві (керівник – Ю. Саєнко), у ході польових досліджень визначили, що респонденти відзначають суттєвий вплив таких стереотипів на розмежування «жіночих» і «чоловічих» професій. Так, дві третини перших залучені до бюджетного сектору – освіти, охорони здоров'я, публічного управління, а у промисловому вони переважно залучені до харчової та легкої. Водночас майже половина чоловіків вибирає добувну та переробну галузі, а також транспорт і зв'язок. Сучасна сфера приватного підприємства відзначається значною кількістю осіб на відміну від часів попередньої державної формації та ідеології. Проте жінки тут працюють на роботі з незначними прибутками (реалізація промислових товарів, сільське господарство, кулінарний бізнес, прибиральниці, домашні та офісні служниці, перукарство,

косметика, освітянські й перекладацькі послуги тощо [4, с. 56]. Чоловіки відповідно – сантехніки, будівельники-ремонтники, постачальники, авторемонтники, айтішники, які мають значні прибутки.

Для такого розподілу за професіями чи статусом учені використовують термін «вертикальна сегрегація», що передбачає і визначення ступеня фемінізації управлінських посад, де потрібно ухвалювати рішення, а не готувати чи виконувати їх. Останнє властиве в Україні саме жінкам, які найбільше представлені у «найнижчому ешелоні кар'єрної драбини». У свою чергу сфера ухвалення рішень належить до політичних органів, органів публічного управління, місцевого самоврядування, комерційної площини, і там «жінки, як правило, залишаються за її межами» [1, с. 129]. Хоча саме жінки становлять понад дві третини професіоналів і фахівців, що свідчить про високі освітньо-кваліфікаційні надбання, потенціал професійної діяльності, який цілком може бути реалізований і на більш відповідальних посадах вищого рівня [1, с. 130]. Думаємо, якщо опитати бутикових продавчинь на ринку чи домашніх господарок у селі, то побачимо, наскільки високий відсоток жінок із вищою освітою на периферії соціального життя в Україні (особливо з педагогічною).

Принагідно зауважимо, що сфера освіти в Україні відзначається відносним паритетом (загалом в освіті жінок – понад 72%, а на рівні вищої освіти – понад 52%, хоча, звісно, відзначається мізерна частка директорів і ректорів закладів 3–4 рівнів).

Зважаючи на це, відповідно до тематики нашого дослідження варто визначити дві площини – рівності й нерівності соціального положення жінок і чоловіків. Так, уже згадувані нами вчені під керівництвом Н. Камінської гендерну рівність слушно ототожнюють із позитивними змінами в суспільстві, зокрема з реалізацією прав людини, розв'язанням чинних проблем та укріпленням національної безпеки, а також з можливістю однакової участі у всіх сферах життя та нівелюванням ситуації, коли надання переваг одній статі відразу позначиться на становищі іншої. Водночас гендерна нерівність базується насамперед на стереотипах (закріплення і трансляція наступним поколінням внутрішніх настанов щодо ролі і значення жінки й чоловіка в суспільстві та сім'ї) і настановах (уявлення, що формуються ще в дошкільному віці, первинні знання, що лежать в основі гендерної ідентичності). При цьому дослідники відзначають три групи зазначених стереотипів: 1) уявлення маскулітності (творчі риси особистості – активність, агресивність, логічність, лідерство) та фемінітності (експресивні характеристики – залежність, турботливість, емоційність); 2) уявлення про розподіл сімейних і професійних ролей (домінантна соціальна роль для жінки – домогосподарки, матері, а тому вона відповідальна за взаємини в сім'ї; чоловік активний у громадському житті, виробництві, а тому відповідальний за матеріальне забезпечення сім'ї); 3) специфіка змісту праці (жіноча відзначається виконавським характером, чоловіча – творчістю й домінантністю [5, с. 8-9]. Зауважимо, що вище ми вже аналізували подібну диференціацію, яка є актуальною впродовж багатьох століть, навіть тисячоліть – скільки існує людське суспільство, адже ті провідні стереотипи (жінка господарює – чоловік забезпечує) залишаються з нами, лише набуваючи нових описових форм (орієнтація на сім'ю, ведення домашнього господарства – активність за межами сім'ї, професійна діяльність), а також виведення цієї загалом позитивної максими у площину соціальної небезпеки, що загрожує демократичним основам окремої країни та всієї цивілізації.

Ці питання мають не лише честолобне значення для жінок у сенсі їх статусної рівності з чоловіками, а й матеріальне, адже стосуються розміру їх зарплат / прибутків, які є набагато меншими за «чоловічі». При тому вчені відзначили, що неодружені / розлучені жінки мають більші прибутки, що пояснюється як зменшенням їх сімейного навантаження, так і зміною життєвих пріоритетів у напрямку кар'єрного зростання та потребою самостійно забезпечувати добробут свій і власних дітей [8, с. 150].

Як уже було зазначено вище, у галузі публічного управління повноваження жінок, за гендерним стереотипом, обмежуються виконавською сферою. Проте І. Костюк і В. Стадник доводять, що жінка – лідер установи / організації – більш демократична за стилем управління, ніж чоловік (з усіма відповідними атрибутами – «спроможністю швидко знаходити спільну мову з підлеглими», «умінням їх мотивувати та стимулювати» та ін.), які у свою чергу полюбляють авторитарний стиль управління (догмат, контроль і покарання). Тому жінці, щоб піднятися на вищий штабель управління, потрібно виявити значно більшу компетентність і ефективність [3, с. 59]. Із такими твердженнями не можна погодитися повною мірою, адже частими є випадки авторитарного правління і з боку жінок-карієристів та навпаки – демократами дуже часто є чоловіки. Але якщо ми говоримо лише про стереотипи, то наведені тенденції є актуальними.

Сходячи від особистості керівника до колективу організації, послуговуємося здобутками дослідниці М. Ткалич, яка на рівні докторської дисертації розглядає питання гендерної взаємодії персоналу, що відзначається або продуктивністю, або непродуктивністю, конструктивністю чи деструктивністю, гармонійністю чи дисгармонійністю таких відносин, адже з психологічного боку їх типами є партнерські та конфліктно-дистантні. Їх аналіз дозволяє визначити позитивні риси (перші компоненти зазначених дихотомійних пар), зокрема спільну діяльність гендерних груп задля виконання загальної мети, гнучкість, критичність, згуртованість. З іншого боку – негативного – відзначаються авторитарність, замкненість, некритичність, гендерна дискримінація, мобінг, сексизм у всіх його проявах [2, с. 16-17].

Відповідно до аналізу гендерних особливостей персоналу організації, здійсненого М. Ткалич, можна зробити такі висновки: 1) гендерна взаємодія в колективі становить комплекс рольових відносин у сумісній діяльності жінок і чоловіків, що відбувається на рівні суспільних відносин, групової взаємодії, партнерської взаємодії, власної гендерної ідентифікації; 2) сукупність відповідних атрибутів – гендерна ідентичність особистості, гендерні ролі та стереотипи – формує особливості гендерної взаємодії в колективі; 3) формування гендерних ролей (комплексів рис очікуваної поведінки від жінок і чоловіків) відбувається на рівні суспільства і його культури, різних соціальних і професійних груп, індивідуального сприйняття, що залежить вже від культури й духовності конкретної особистості; 4) ефективність гендерного інтегрування залежить від гендерного типу організації, гендерної ієрархії в організації; відбиття гендерних особливостей у кадровій політиці організації; гендерної поведінки персоналу; 5) гендерна взаємодія в організації становить психологічний організаційний феномен, який визначає її спрямованість у взаєминах з колегами протилежної статі; 6) як поведінкові стратегії міжособистісної взаємодії визначаються прийняття групових норм і цінностей, неконфліктна комунікативність, конструктивність комунікації; 7) особистісні гендерні характеристики є значущими складниками формування гендерної взаємодії, зокрема з віком знижується конфліктність але й контактність із представниками протилежної статі; 8) гендерна дискримінація в Україні є загалом некритичною, вплив соціально-демографічних чинників на гендерні уявлення менш значущий, ніж вплив особистісних характеристик [2, с. 30-35].

У нашій роботі ми також запланували розглянути лінгвістичний аспект гендерного інтегрування. Послугуючись результатами дослідження І. Царьової можемо зробити такі висновки щодо цього: 1) відповідно до біологічної природи статей відзначаються властиві лише кожній із них окремо почуття, думки, що реалізуються через відповідний набір мовних засобів, семантика яких відбиває, зокрема, й гендерну нерівність, тобто такі мовні ресурси створюють відповідну гендерну диференціацію (наприклад, певні сексистські маркери); 2) семантика мовних гендерних маркерів передбачає отождолення таких мовних одиниць із гендерними асоціаціями та стереотипами; наприклад, у виборчих технологіях активно використовуються такі маркери для створення певного емотивного образу – чоловічого чи жіночого, що призначені для певного споживача, викликаючи певні позитивні почуття (так, для жінки примірюється образ берегині України, що має фольклорно-релігійну генезу, чи навпаки – образ ділової жінки, що відповідає сучасним західним орієнтаціям); 3) мовленнєва поведінка виявляє специфічні для кожної зі статей риси: для чоловіків – глобальні, змагальні, звітні, для жінок – локальні, співпраці, інтимні тощо. З іншого боку, ці всі розмежувальні моменти є проблематичними відповідно до сутності гендеру; 4) у світовій художній літературі як гендерні ознаки можна виділити доміную «жіночого» в жіночих творах (пріоритет сімейних відносин, стосунки матері-доньки чи в декількох поколіннях, осмислення власної «іншості» у стосунках із чоловіками); 5) гендерні стереотипи (уявлення про жіночість і мужність) властиві кожній етнічній культурі, її фольклору, мовній картині світу. Тому гендерні відносини впливають на соціальні, адже стереотипи, висловлені в мові, пов'язані з оцінюванням із боку комуніканта іншої статі та відповідним очікуванням від нього / неї певного типу зворотньої поведінки [6, с. 267, 269-275].

Як конкретні приклади гендерного маркування І. Царьова наводить сферу реклами та відому лінгвістичну проблему фемінітивів. У першій царині мовні штампи, як відомо, впливають на масову свідомість, а тому гендерні маркери пов'язані безпосередньо зі стереотипами (жінки – домашнє господарство й виховання дітей, чоловіки – робота, кар'єра). Сфера фемінітивів також спрямована на досягнення гендерної рівності, адже жінка, яка має, скажімо, прізвище – іменник 2 відміни (*Ткач, Ткаченко, Ткачук*), звання чи посаду у формі такої цієї відміни (доцент, ректор, начальник), повною мірою не ідентифікується як особа жіночої статі. Тому виникають відповідні пари однозначних іменників: *ректор – ректорка, професор – професорка, продавець – продавчиня* тощо. Звісно, можна використовувати ці слова й без такого розрізнення – правило не догматичне, але українська мова саме й унікальна своєю вокалічністю – достатньою кількістю голосних, яких із використанням таких мовних форм стає більше [6, с. 282-285].

Слід зауважити, що попри думки опонентів фемінітивів усі проблемні ситуації можна за бажання вирішити. Так, здавалося б, невіршувані бінарності можна заповнити, й форми *адвокатка, академічка, банкірка, брокерка, дизайнерка, ілюстраторка, контролерка, косметологія, радниця, режисерка, терапевтичка* тощо стануть звичними через деякий час як в офіційно-діловому, так і повсякденному мовленні.

У спілкуванні відзначаються також маркери, що асоціюються з маскуліною чи феміною поведінкою, що викликано саме гендерною ідентифікацією мовця. Так, для жінок властиво більш часте звернення до співрозмовника за підтримкою, тобто підтримки власної думки (не самовпевнено, як чоловіки). Жести використовуються заохочувальні. Для чоловіків властиво є однолінійність спілкування відповідно до однієї теми, не звертаючи уваги на реакцію співрозмовника-комуніканта, на сторонні репліки та деталі повідомлення. Жести використовуються ствердні. Проте можна зробити висновок, що лінгвістичний аспект гендерних відносин не є вирішальним у соціальному вимірі. Це просто демонстрація статевої відмінностей, які формувалися упродовж тисячоліть і не становлять помітного чинника гендерної стереотипізації.

Висновки

Проаналізувавши означене питання, ми зробили відповідні висновки.

1. Однією з проблем – викликів демократизму – є гендерна стереотипізація, що в соціальному вимірі становить небезпеку, адже заперечує рівноправність за ознакою статі. На нашу думку, це не більш небезпечно за дискримінацію за віком, етнічною чи релігійною приналежністю, проте негативно впливає на демократичні основи в суспільстві, адже перешкоджає правильному розумінню один одного, створює психологічні бар'єри в сімейній, діловій і політичній сферах, а також гендерну сегрегацію (у професійно-кар'єрному розумінні), що передбачає тенденційне ставлення до жінки-керівника, неефективність діяльності організації.

2. Гендерні аспекти соціальної взаємодії в колективі організації властиві всім країнам, зокрема й Україні, хоча історично тут визнавалась значущість жінки, навіть її домінантність, проте як берегині (сім'ї, краю), залишаючи її лідерське майбутнє на периферії. Саме за гендерними стереотипами соціум традиційно критично ставиться до жінок, які виявляють амбіційність у досягненні посадових вершин – аж до найвищих у країні.

3. Н. Камінська в галузі гендерного інтегрування визначає два поняття, що пов'язані з демократичним розвитком суспільства: 1) паритетна демократія позначає таку організацію соціально-статевих стосунків, за яких жінки й чоловіки рівні в політико-правовому статусі, а тому виконують рівноправну діяльність у гендерно збалансованих управлінських структурах; 2) гендерна демократія передбачає забезпечення жінкам рівноправності в голосуваннях, у виборах і бути обраними до виборних органів, обіймати державні й політичні посади, брати рівноправну участь у вирішенні питань громадського та політичного життя країни [5, с. 11].

4. М. Ткалич відповідно до результатів польових досліджень стверджує, що показники гендерної взаємодії працівників відповідають власне статевим відмінностям відповідно до їх ідентичності, і це відбивається через призму їхніх гендерних настанов, стереотипів і ролей, а також вирішується через залучення позитивних типів гендерної взаємодії – партнерсько-професійного й партнерсько-соціального, за яких працівники організації всіх рівнів і статей залучені у планування та реалізацію наявних програм, що передбачає конструктивну комунікацію, відповідне стимулювання й фахову підготовку [2, с. 23, 28-29].

5. У Законі 2005 року фіксуються основні напрямки державної політики в галузі забезпечення рівних гендерних прав і можливостей (стаття 3), серед яких поряд із власне юридичними (запобігання та протидія насильству за ознакою статі) відзначаємо соціальні (недопущення гендерної дискримінації, підтримка сім'ї, формування відповідального материнства й батьківства) та корпоративні («забезпечення рівної участі жінок і чоловіків у процесах ухвалення суспільно важливих рішень», «забезпечення рівних можливостей щодо поєднання професійних і сімейних обов'язків»), а також конкретні заходи більш об'єктивного характеру (пропаганда гендерної культури, просвітництво в цій сфері, захист від інформації, що містить гендерну дискримінацію) [7].

6. На мовленнєвому рівні гендерна семантика не визначається комплексно (лише на рівні лексики, зокрема фемінітивної, де формується певна самобутня категорія), адже можуть бути лише різні мовні рефлекси на позначення одного поняття в жінок і чоловіків, і навпаки – слова, що були колись властиві переважно лише одній статі, стали спільними (наприклад, матизми). При цьому не заперечуємо наявність певних пріоритетних форм у мовленні кожної зі статей.

Список використаної літератури

1. Медіна Т., Назарова В. Гендерні стереотипи та їх вплив на професійну діяльність в Україні. *Релігія та Соціум*. 2015. № 1-2. С. 127-133.

2. Ткалич М.Г. Психологія гендерної взаємодії персоналу організацій : автореф. дис. на здоб. наук. ст. докт. психол. н. за спец. 19.00.10; Національна академія педагогічних наук України. Інститут психології імені Г.С. Костюка. Київ, 2016. 44 с.

3. Костюк І. В., Стадник В.В. Гендерні аспекти лідерства у сфері управління. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2019. № 2. С. 57-61.

4. Гендерні стереотипи та ставлення громадськості до гендерних проблем в українському суспільстві / Ю. Саєнко, Л. Амджадін, М. Васильчук, та ін. Київ: Видавництво ТОВ «Компанія ВАІТЕ», 2007. 145 с.

5. Камінська Н. В., Чернявський С. С., Перунова О. С. Засади розуміння гендеру та гендерної рівності. Київ : Нац. акад. внутр. справ, 2020. 20 с.

6. Царьова І. В. Гендерний вимір у сучасній лінгвістиці. *Основи теорії гендеру: юридичні, політологічні, філософські, педагогічні, лінгвістичні та культурологічні засади*: кол. монографія. Київ: «Хай-ТекПрес», 2018. С. 257-283.

7. Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 2005. № 52. С. 561. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2866-15#Text>

8. Нерівність в Україні: масштаби та можливості впливу / за ред. Е.М. Лібанової. Київ: Інститут демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи НАН України, 2012. 404 с.

References

1. Medina T., Nazarova V. Henderni stereotypy ta yikh vplyv na profesiynu diyal'nist' v Ukrayini [Gender stereotypes and their impact on professional activity in Ukraine]. *Relihiya ta Sotsium* [Religion and Society]. 2015. № 1-2. S. 127-133.
2. Tkalych M.H. Psykholohiya hendernoyi vzayemodiyi personalu orhanizatsiy : avtoref. dys. na zdob. nauk. st. dokt. psychol. n. [Psychology of gender interaction of personnel of organizations: author's abstract. thesis on of science art. dr. psychol. s.]; Natsional'na akademiya pedahohichnykh nauk Ukrayiny. Instytut psykholohiyi imeni H.S. Kostyuka. Kyiv, 2016. 44 s.
3. Kostyuk I. V., Stadnyk V.V. Henderni aspekty liderstva u sferi upravlinnya [Gender aspects of leadership in management]. *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. Ekonomichni nauky* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Economic sciences]. 2019. № 2. S. 57-61.
4. Henderni stereotypy ta stavlennya hromads'kosti do hendernykh problem v ukrayins'komu suspil'stvi [Gender stereotypes and the public's attitude to gender issues in Ukrainian society] / [Yu. Sayenko, L. Amdzhadin, M. Vasylichuk, ta in.]. Kyiv: Vydavnytstvo TOV «Kompaniya VAITE», 2007. 145 s.
5. Kamins'ka N. V., Chernyavs'kyy S. S., Perunova O. S. Zasady rozuminnya henderu ta hendernoyi rivnosti [Principles of understanding gender and gender equality]. Kyiv : Nats. akad. vnutr. sprav, 2020. 20 s.
6. Tsar'ova I. V. (2018). Hendernyy vymir u suchasnyy linhvistytsi. Osnovy teoriiy henderu: yurydychni, politolohichni, filosofs'ki, pedahohichni, linhvistychni ta kul'turolohichni zasady: kol. monohrafiya [Gender dimension in modern linguistics. Basics of gender theory: legal, political, philosophical, pedagogical, linguistic and cultural foundations: col. monograph]. Kyiv: «Khay-TekPres», 2018. S. 257-283.
7. Pro zabezpechennya rivnykh prav ta mozhyvostey zhinok i cholovikiv: Zakon Ukrayiny [On ensuring equal rights and opportunities for women and men : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny* [Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 2005. № 52. S. 561. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2866-15#Text>.
8. Nerivnist' v Ukrayini: masshtaby ta mozhyvosti vplyvu [Inequality in Ukraine: scope and possibilities of influence] (2012) / za red. E.M. Libanovoyi. Kyiv: Instytut demohrafiyi ta sotsial'nykh doslidzhen' imeni M.V. Ptukhy NAN, 2012. 404 s.

О. В. КОЗИР

аспірант кафедри державного управління
і місцевого самоврядування
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-8886-3246

В. Д. ФІЛІПОВА

доктор наук з державного управління, професор
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-8476-3341

СКЛАДОВІ СИСТЕМИ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНИМ РОЗВИТКОМ МІСТА

Стаття присвячена визначенню основних складових системи публічного управління соціальним розвитком міста. У дослідженні зазначається, що особливим питанням сьогодення є наявність шляхів підвищення рівня життя населення сучасних міст, що можна визначити на основі ефективного функціонування складових системи державного управління суспільним розвитком міст. У статті розглянуто механізми публічного управління як основні складові системи публічного управління соціальним розвитком міста. З урахуванням досліджень зарубіжних та вітчизняних науковців доведено першочергову домінуючу роль суспільного розвитку в сучасній системі економічних відносин. Визначено, що механізми управління описаною системою включають в себе політичні, правові, організаційні та економічні складові. У роботі розкрито основні умови ефективного функціонування зазначених механізмів: для політичного механізму це принципи добробуту, справедливості, безпеки, принцип системного впливу; для правових – це забезпечення нормативно-правових умов для підвищення якості життя мешканців міста та забезпечення їх соціального благополуччя; для організаційного – це створення та зміцнення організаційного потенціалу суб'єктів управління як важливої складової зазначеної системи; для економічного механізму ефективність можна оцінити за відповідними показниками. У статті стверджується, що різноманітних показників та аналітичних методів, які враховують специфіку конкретного міста та його цілі. При чому ефективність функціонування механізмів визначається за критеріями якості життя та рівня життя населення міста.

Ключові слова: суспільний розвиток, публічне управління, механізми управління, соціальний розвиток міста, міське самоврядування.

O. V. KOZYR

Postgraduate Student at the Department of Public Administration
and Local Self-Government
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-8886-3246

V. D. FILIPPOVA

Doctor of Public Administration, Professor
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-8476-3341

COMPONENT SYSTEMS OF PUBLIC ADMINISTRATION OF CITY SOCIAL DEVELOPMENT

The article is devoted to the definition of the main components of the system of public management of social development of the city. The study notes that a special issue today is the availability of ways to improve the standard of living of the population of modern cities, which can be determined on the basis of the effective functioning of the components of the state management system of social development of cities. The article examines the mechanisms of public management as the main components of the system of public management of social development of the city. Taking into account the research of foreign and domestic scientists, the primary dominant role of social development in the modern system of economic relations has been proven. It was determined that the management mechanisms of the described system include political, legal, organizational and economic components. The work reveals the main conditions for the effective functioning of the mentioned mechanisms: for the political mechanism, these are the principles of well-being, justice, security, the principle of systemic influence; for legal ones, it is the provision of regulatory and legal conditions to improve the quality of life of city residents and ensure their social well-being; for organizational – this is the creation

and strengthening of the organizational potential of management subjects as an important component of the specified system; for the economic mechanism, the efficiency can be estimated by the relevant indicators. The article claims that the evaluation of the efficiency of the studied mechanisms of social development of the city can be carried out using various indicators and analytical methods that take into account the specifics of a particular city and its goals. Moreover, the effectiveness of the functioning of the mechanisms is determined by the criteria of the quality of life and standard of living of the city's population.

Key words: *social development, public administration, management mechanisms, social development of the city, local self-government.*

Постановка проблеми

Важливим питанням сьогодення виступає актуалізація соціального розвитку міста, який відіграє провідну роль у формуванні умов існування міського населення. Головна його сутність полягає у створенні сприятливого та здорового середовища для життя громади міста та її розвитку. Зазначимо, що основна мета соціального розвитку міста це покращення якості життя та підвищення рівня життя населення відповідної території через формування та реалізацію соціальної політики міста, тому що в сучасних трансформаційних умовах державне управління соціальним розвитком становить найважливішу частину соціально-економічної політики країни. При цьому, виконання соціальних функцій, покладених на державу, здійснюється через систему публічної влади на державному, регіональному на місцевому рівні. Відтак для ефективного функціонування системи публічного управління необхідне розуміння механізмів та інструментів злагодженого функціонування її складових, функцій, методів тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Соціальні явища та процеси стали предметом наукових досліджень багатьох провідних вчених. Так, проведений аналіз літературних джерел та досліджень в галузі публічного управління соціальним розвитком (праці В. Авер'янова, В. Бакуменка, О. Вольської, В. Казакова, В. Маліновського, П. Надолішнього, Н. Нижник, Г. Цветкова та інших) показує, що увага науковців здебільше фокусується на визначенні та уточненні концептуальних засад, що служать методологічною основою для практичного впровадження інструментів, технологій і процесу функціонування механізмів публічного управління соціальним розвитком міста. Утім, окремі питання до публічного управління соціальним розвитком міста потребують додаткового осмислення.

Формування мети дослідження

Виходячи з вищесказаного, метою нашої статті є теоретичний аналіз сучасних закордонних та вітчизняних досліджень з питань публічного управління соціальним розвитком міста та на основі аналізу визначення існуючих шляхів удосконалення функціонування системи публічного управління соціальним розвитком міста.

Викладання основного матеріалу дослідження

Узагальнюючи наукові нароби класичних досліджень у галузі публічного управління та робіт нового покоління фахівців цієї галузі, можна стверджувати, що соціальний розвиток є процесом, на який спрямована діяльність суб'єктів публічного управління (державних і регіональних органів влади та місцевого самоврядування). Головною метою цього процесу є задоволення суспільних потреб та підвищення рівня та якості життя. Отже, можна зазначити, що ефективний соціальний розвиток є важливою передумовою для досягнення економічного розвитку в цілому.

Слід зазначити, що соціальний розвиток є об'єктом дослідження в галузі публічного управління, який базується на принципах добробуту, справедливості, захищеності та системності державного впливу. При цьому такий розвиток піддається впливу з боку держави під впливом кількох причин: через конфлікт інтересів між суспільством та окремою особою; наявність встановлених правил і вимог, які є обов'язковими для всіх учасників соціального процесу; ефективність організаційної структури, що здійснює соціальний розвиток; закріплення ключових складових соціального розвитку в юридичних документах (законодавство та підзаконні акти). У цьому контексті слід розуміти, що головною метою соціального розвитку є досягнення мінімального стандарту рівня життя та якості для працездатного населення країни та досягнення європейських стандартів рівня життя для працездатного населення.

Соціальний розвиток включає в себе структурну перебудову суспільства та зміну його соціального типу. Він передбачає перетворення соціальних відносин, включаючи власність, соціогрупову структуру, а також характер та спосіб функціонування соціальних організацій і інституційного устрою суспільства. Але, так само соціальний розвиток являє собою історичний процес еволюції соціальної системи або конкретного суспільства від простіших до більш складних форм організації.

Наголосимо, що функціонування соціального розвитку відбувається через дію ключових компонентів, таких як сфера соціальних послуг (освіта, охорона здоров'я, житлово-комунальне господарство), система соціального захисту, пенсійне забезпечення, соціально-трудові відносини, молодіжна політика, туризм, фізична культура та спорт. Орієнтація соціального розвитку визначається соціальною політикою держави, яка впливає на соціальний

розвиток через різні механізми державного управління, такі як політичний, правовий, організаційний, економічний і мотиваційний. Основна мета соціального розвитку країни може бути досягнута завдяки ефективному функціонуванню цих механізмів, що передбачає зміну та перетворення методів та інструментів управління.

Більшість дослідників, які досліджують природу виникнення механізмів управління, розділяють думку, що механізми є центральною складовою системи управління, що ілюструє процес впливу суб'єкта управління на об'єкт управління. Учені розглядають механізм управління як інструмент, за допомогою якого держава організовує суспільні справи і при цьому він включає методи і способи та базується на принципах, що регулюють механізм держави. Механізм держави при цьому є єдиною системою органів державної влади та місцевого самоврядування, яка діє на основі загального законодавчого принципу та розподілу влади, має необхідні ресурси та засоби і відповідає за виконання завдань та функцій держави [1, с. 243]. Такій симбіоз компонентів гарантує ефективність досягнення цілей публічного управління через відповідні механізми управління.

Різні автори визначають механізм управління як організаційний механізм, виділяючи такі складові елементи механізму, як система органів виконавчої влади; сукупність правових норм, які регулюють організаційну структуру системи органів виконавчої влади та процеси її функціонування та розвитку. Він стверджує, що механізм управління забезпечує реалізацію державної влади та владних відносин. О. Єршоменко-Григоренко наголошує, що механізм управління це система, що складається з боків: технологічний, економічний, організаційний й соціальний [2, с. 23].

На відміну від попереднього автора, О. Федорчак розглядає існування складного (комплексного) державного механізму, що включає кілька незалежних механізмів: політичний (спрямований на формування державного курсу у сферах економіки, соціального розвитку, фінансової або промислової політики); правовий (законодавче забезпечення, включаючи закони та постанови Верховної Ради України, укази Президента, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, а також методичні рекомендації та інструкції відомств); організаційний (суб'єкти та об'єкти державного управління, їх цілі, завдання, функції, методи, інструменти управління та організаційні структури, а також результати їх функціонування); економічний (механізми державного управління банківською, грошово-валютною, інвестиційною, інноваційною, кредитною, податковою, страховою діяльністю тощо); мотиваційний (сукупність командно-адміністративних та соціально-економічних стимулів, які спонукають суб'єктів державного управління ефективно впливати на об'єкт управління для досягнення задуманих цілей) [3]. При цьому в контексті дослідження нам необхідно також розглянути механізми управління соціальним розвитком.

Так, О. Вольська досліджуючи механізми управління соціальним розвитком наголошує, що вони складаються з методів (координації, мотивації, організації та контролю) та інструментів впливу (законодавство, що регулює соціальний розвиток; бюджетне чи комерційне фінансування соціального розвитку) суб'єктів державного управління на соціальний розвиток для здійснення ефективної соціальної політики, узгодження її інтересів і дій у напрямку досягнення цілей соціальної держави [4].

Отже, узагальнюючі складові системи публічного управління соціальним розвитком міста ми виділяємо механізми, до яких належать: політичний, правовий, організаційний та економічний.

Так, політичний механізм формується під впливом політики в державі, на відміну від цього місті він повинен мати своє застосування як система, згідно з якою органи місцевої влади формують політику місцевого розвитку. Зазначений механізм можна визначити як набір засобів, які використовуються для реалізації соціальної політики та конкретних завдань управління, і включає в себе різні управлінські процедури і методи, об'єднані загальними принципами. На нашу думку, серед принципів ключовими є: добробут; справедливість; захищеність та принцип системного впливу.

При цьому варто наголосити, що політичний механізм управління складається з чотирьох основних блоків, які мають взаємозалежність. Без взаємодії та узгодження між цими блоками, державними інститутами і громадянськими інститутами, розв'язання суспільно важливих проблем розвитку країни не буде мати позитивного результату. Це кадровий блок, які полягає у підготовці кадрів, що формують державну, регіональну та місцеву політику; законодавчий блок відповідає за створення нормативно-правового забезпечення, яке спрямовано на реалізацію соціальної політики; прийняття управлінських рішень щодо функціонування всіх суб'єктів соціального розвитку на відповідних рівнях; інформаційний блок містить громадські обговорення, ефективність дії яких, залежить від розвитку засобів масової інформації, процедур забезпечення зворотного зв'язку між органами публічної влади та громадськістю; четвертий блок – ідеологічна складова [5, с. 68].

Правовий механізм соціального розвитку міста забезпечується дією законів та підзаконних нормативно-правових актів, які регламентують соціальну політику держави й забезпечують соціальний розвиток на державному, регіональному та міському рівні. Його основна мета – забезпечення створення умов для покращення якості життя мешканців міста та забезпечення їхнього соціального добробуту. При цьому правовий механізм соціального розвитку міста може включати в себе наступні складові: законодавство до якого відноситься набір законів, постанов, регуляторних актів, що регулюють соціальний розвиток міста, права та обов'язки мешканців міста та публічних органів влади; органи місцевого самоврядування, які відповідають за реалізацію соціальних програм та ініціатив

на рівні міста, само вони приймають рішення, які регламентують соціальний розвиток об'єкту публічного управління; фінансовий механізм, який включає процедуру фінансування програм і проектів соціального розвитку міста, включаючи бюджетні призначення, гранти, інвестиції і податки; соціальні програми і ініціативи, які спрямовані на розвиток галузей соціальної сфери; система моніторингу та звітності, яка включає в себе механізми для відстеження та оцінки результатів соціальних програм та проектів у місті. Звіти та оцінки можуть використовуватися для коригування стратегій і політик розвитку, захисту прав членів громади міста, включаючи механізми реагування на скарги і петиції.

Поряд з вищезазначеними механізмами, велике значення в системі публічного управління соціальним розвитком міста має організаційний механізм, який можна визначити як систему взаємодії компонентів організаційних інструментів та методів у механізмі управління, спрямовану на координацію керівництва для досягнення цілей публічної влади та забезпечення ефективності складових управлінської системи. Основним завданням організаційних елементів у складі механізму управління є створення і зміцнення організаційного потенціалу суб'єктів управління як важливої складової зазначеної системи. Організаційний механізм застосовується органами публічної влади для ефективного функціонування галузей соціальної сфери. Цей механізм складається з органів державної влади та органів місцевого самоврядування, які формують та реалізують соціальну політику міста [6].

Ефективність роботи організаційного механізму можна визначити за допомогою наступних критеріїв: рівень спрямованості на досягнення стратегічних цілей та завдань соціального розвитку, які визначені для міста; ефективність ресурсного використання, спрямованого на розвиток соціальної сфери та соціальної інфраструктури; транспарентність і відкритість, яке полягає у відкритому доступу до інформації про витрати міського бюджету на соціальний розвиток та можливість громадськості прийняття участі у прийнятті міських рішень щодо розвитку соціальної сфери та соціальної інфраструктури; співвідношення кількості прийнятих та реалізованих рішень щодо соціального розвитку міста. Отже, ефективність роботи організаційного механізму управління містом визначається комплексом зазначених критеріїв та може відрізнятися для кожного конкретного міста в залежності від його потреб, ресурсів і особливостей.

Інший механізм – економічний. Він виступає основним засобом функціонування соціальної держави. Принцип добробуту, який є її фундаментом, встановлює високий рівень економічного розвитку як обов'язковий фактор для забезпечення мінімального рівня життя для всіх громадян. Таким чином, створення відповідної економічної бази є критично важливим аспектом будівництва соціальної держави. Згідно з міжнародним досвідом, найбільш ефективною економічною моделлю, яка дозволяє найкраще реалізувати принципи соціальної держави, є соціально орієнтована ринкова економіка. У цьому контексті ринкові механізми забезпечують економічну ефективність, тоді як державна участь гарантує соціальну спрямованість завдяки використанню податково-фіскальних інструментів, грошово-кредитної політики і бюджетного регулювання.

Економічний механізм управління соціальним розвитком міста являє собою систему інструментів та заходів, спрямованих на стимулювання економічного зростання міста, покращення якості життя та підвищення рівня життя громади. Цей механізм включає в себе економічні стратегії та політики, що спрямовані на розвиток підприємництва, створення робочих місць, підвищення ефективності господарювання, інфраструктурні проекти та інші ініціативи.

При цьому варто сказати, що ефективність роботи економічного механізму соціального розвитку міста визначається його здатністю до досягнення конкретних цілей та завдань, пов'язаних із покращенням якості життя мешканців міста підвищенням рівня життя. Оцінка ефективності такого механізму може включати в себе наступні аспекти: економічний зріст, як один із ключових показників ефективності – це динаміка економічного зростання міста; ринок праці який полягає у здатності механізму забезпечити наявність робочих місць та зниження безробіття в місті, економічний механізм повинен сприяти створенню нових робочих місць та підвищенню рівня зайнятості; соціальна справедливість: механізм повинен сприяти зменшенню соціальних нерівностей в місті, забезпечуючи доступ до соціальних послуг, освіти, охорони здоров'я та житлової інфраструктури для всіх верств населення; інвестиції: рівень привабливості міста для інвестицій та розвиток інвестиційних проектів також є важливим показником ефективності; управління ресурсами: здатність механізму ефективно використовувати ресурси міста, зокрема бюджетні кошти та інші фінансові ресурси.

Проведені дослідження показали, що оцінка ефективності економічного механізму соціального розвитку міста може проводитися за допомогою різних індикаторів та аналітичних методів, які враховують специфіку конкретного міста та його цілей. Ефективність функціонування зазначеного механізму полягає у критеріях якості життя та рівню життя населення міста, визначенню складових цих величин та застосування світових методик до соціального розвитку міста буде присвячено наступні дослідження в рамках темі даної статті.

Отже, специфіка призначення кожного з механізмів (політичного, правового, організаційного та економічного), їх взаємозалежність і взаємообумовленість, застосування у нерозривному органічному взаємозв'язку складають основу системи публічного управління соціальним розвитком міста.

Висновки

Узагальнюючи вищесказане, можна дійти висновку, що в сучасних умовах функціонування соціальної держави соціальний розвиток сучасного міста це складний та багатогранний процес, спрямований на поліпшення якості та рівня життя мешканців та забезпечення їхніх соціальних потреб і прав. Цей процес включає в себе соціальну сферу (освіта, охорона здоров'я, культура, спорт, молодіжна політика), соціальну інфраструктуру (житлово-комунальне господарство, міський транспорт) та соціальне та пенсійне забезпечення. Загальною метою соціального розвитку міста виступає створення зручних та сприятливих умов для задоволення потреб і розвитку всіх громадян, збереження сталого росту та покращення якості та рівня життя громади. Досягти зазначеної мети можна при забезпеченості з боку суб'єктів публічної влади ефективного функціонування механізмів публічного управління соціальним розвитком міста, до яких ми відносимо політичний механізм (формування міської політики щодо соціального розвитку); правовий механізм (забезпечення ефективної дії законів, підзаконних актів та іншого нормативно-правової бази соціального розвитку міста); організаційний (створення ефективної системи взаємодії органів публічної влади та громадськості при прийнятті та реалізації рішень щодо соціального розвитку міста); економічний (прийняття та реалізація управлінських рішень що призведуть до покращення якості та підвищення рівню життя населення міста). Оптимальне поєднання зазначених механізмів, враховуючи причинно-наслідкові зв'язки, виступає головною і необхідною передумовою взаємодії елементів системи публічного управління соціальним розвитком міста, у цілому забезпечуючи підвищення ефективності її функціонування.

Список використаної літератури

1. Державне управління та державна служба: словник-довідник уклад. О. Ю. Оболенський. К. : КНЕУ, 2005. 480 с.
2. Єр'оменко-Григоренко О. А. Організаційно-економічний механізм управління господарською діяльністю підприємства: дис канд. екон. наук: 08.06.01 Донецьк, 1999. 213 с.
3. Федорчак О. Класифікація механізмів державного управління *Науковий вісник*. 2008, Вип.1 URL: http://www.lvivacademy.com/visnik/fail/O_Fedorchak.pdf.
4. Вольська О.М., Панкратьєва Т.Л. Теоретичні засади державного управління соціальним розвитком сучасної держави. *Державне будівництво*. 2018. № 2. URL: <http://db.journal.kharkiv.ua/index.php/db/issue/archive>
5. Приходченко Л. Л. Забезпечення ефективності державного управління на засадах демократичного управління: дис. за здоб. наук. ступ. доктора наук з держ. управління: за спец. 25.00.02 «Механізми державного управління 2010. 456 с.
6. Аверкина М. Ф., Вальчук В. В. Забезпечення соціально-економічного розвитку міста. *Ефективна економіка*. 2019, № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?n=4&y=2019> DOI 10.32702/2307-2105-2019.4.1

References

1. Derzhavne upravlinnia ta derzhavna sluzhba: slovnyk-dovidnyk uklad. [State administration and state service: dictionary-editor] O. Yu. Obolens'kyj. K. : KNEU, 2005. 480 s. [in Ukraine]
2. Fedorchak O. (2008) Klasyfikatsiia mekhanizmiv derzhavnoho upravlinnia [Classification of mechanisms of state governance] *Naukovyj visnyk*. 2008, Vyp.1 URL: http://www.lvivacademy.com/visnik/fail/O_Fedorchak.pdf. [in Ukraine]
3. Yer'omenko-Hryhorenko O.A. (1999) Orhanizatsijno-ekonomichnyj mekhanizm upravlinnia hospodars'koju diial'nistiu pidpriemstva: [Organizational and economic mechanism of administration of economic activity of the enterprise] dys kand. ekon. nauk: 08.06.01 Donets'k, 1999. 213 s. [in Ukraine]
4. Volska O.M., Pankrat'ieva T.L. (2018) Teoretichni zasady derzhavnoho upravlinnia sotsial'nym rozvytkom suchasnoi derzhavy [Theoretical principles of state administration of social development of the modern state]. *Derzhavne budivnytstvo*. 2018. № 2. URL: <http://db.journal.kharkiv.ua/index.php/db/issue/archive> [in Ukraine]
5. Prykhodchenko L.L. (2010) Zabezpechennia efektyvnosti derzhavnoho upravlinnia na zasadakh demokratychnoho vriaduvannia [Ensuring the efficiency of state administration on the basis of democratic governance]: dys. za zdob. nauk. stup. doktora nauk z derzh. upravlinnia: za spets. 25.00.02 «Mekhanizmy derzhavnoho upravlinnia 2010. 456 s. [in Ukraine]
6. Averkyna M.F., Val'chuk V.V. (2009) Zabezpechennia sotsial'no-ekonomichnoho rozvytku mista.[Ensuring social and economic development of the city.] *Efektivna ekonomika*. 2019, № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?n=4&y=2019> DOI 10.32702/2307-2105-2019.4.1 [in Ukraine]

Д. О. ЛОГАЧОВ

аспірант кафедри державного управління
і місцевого самоврядування

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-5503-1117

ІНСТРУМЕНТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ДЕМОКРАТИЧНОГО ВРЯДУВАННЯ НА ЛОКАЛЬНОМУ РІВНІ

У статті приділяється увага вирішенню складної наукової задачі, яка полягає у визначенні основних інструментів демократичного врядування на локальному рівні. Аналіз сучасних досліджень обраної проблеми, свідчить про наявність інтересу з боку закордонних та вітчизняних науковців до вирішення проблем пов'язаних з демократичним врядуванням на локальному рівні. Обрання моделі публічного врядування можливо з активним використанням існуючих моделей: децентралізована модель, централізована модель, співробітництво та партнерство, модель громадської участі, економіко-орієнтована модель, модель регіонального врядування та інноваційна модель. В статті встановлено, що основними інструментами демократичного врядування на місцевому рівні є реформування місцевого самоврядування, підвищення рівня залучення громадян до прийняття та ухвалення рішень на місцевому рівні та активне використання інформаційних технологій. Статистичні данні про реформування системи місцевого самоврядування свідчать про позитивні результати процесу децентралізації в Україні, який розпочато у 2014 році. Визначено основні складові застосування другого інструменту: інформаційна прозорість, громадські засідання, громадські консультації, доступ до відкритих даних, громадські ініціативи, зворотній зв'язок, підтримка активних громадян. В статті наведено складові третього інструменту, який полягає у активному застосуванні електронного врядування при вирішенні соціально-економічних проблем місцевого розвитку. Підсумком дослідження є твердження про складність та багатогранність процесу обрання моделі публічного врядування, якій повинні враховувати ефективну реалізацію зазначених інструментів, основа мета цього процесу підвищення рівню демократії та прозорості при прийнятті соціально-економічних рішень, які будуть спрямовані на покращення якості життя та підвищення рівню життя населення відповідної території.

Ключові слова: публічне врядування, модернізація, інструменти, локальний розвиток, реформування місцевого самоврядування, прийняття рішень, електронне врядування.

D. O. LOHACHOV

Postgraduate Student at the Department of Public Administration
and Local Self-Government

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-5503-1117

INSTRUMENTS OF MODERNIZATION OF DEMOCRATIC GOVERNMENT AT THE LOCAL LEVEL

The article focuses on solving a complex scientific problem, which consists in determining the main tools of democratic governance at the local level. The analysis of modern studies of the chosen problem indicates the presence of interest on the part of foreign and domestic scientists in solving problems related to democratic governance at the local level. Choosing a public governance model is possible with active use of existing models: decentralized model, centralized model, cooperation and partnership, public participation model, economy-oriented model, regional governance model and innovation model. The article establishes that the main tools of democratic governance at the local level are reforming local self-government, increasing the level of citizen involvement in decision-making at the local level, and active use of information technologies. Statistical data on the reform of the local self-government system testify to the positive results of the decentralization process in Ukraine, which began in 2014. The main components of the application of the second tool are defined: information transparency, public meetings, public consultations, access to open data, public initiatives, feedback, support of active citizens. The article presents the components of the third tool, which consists in the active application of electronic governance in solving socio-economic problems of local development. The conclusion of the study is the statement: the choice of a model of public governance is a complex multifaceted process, which must take into account the effective implementation of the specified tools, the main goal of this process is to increase the level of democracy and transparency when making socio-economic decisions, which will be aimed at improving the quality of life of the population of the relevant territory.

Key words: public governance, modernization, tools, local development, local self-government reform, decision-making, e-government.

Постановка проблеми

У сучасних умовах, які формуються під впливом наявності військового стану в Україні органи місцевого самоврядування мають можливість реалізовувати свої функції використовуючи локальні моделі демократичного врядування, мета яких задовольняти потреби об'єктів локального врядування: громадян, бізнесу, партнерів, лідерів, стейкхолдерів. Організація локального врядування зараз знаходиться в особливому стані, якій сприяє формуванню нового періоду орієнтованого на громадянина, як основного споживача публічних послуг. Органи місцевого самоврядування в сучасній моделі локального врядування виступають головними «виробниками» публічних послуг та відповідають за якість їх надання.

Основними інструментами удосконалення існуючої моделі локального врядування в Україні є реформування місцевого самоврядування, підвищення рівня залучення громадян до прийняття та ухвалення рішень на місцевому рівні та активне використання інформаційних технологій.

Аналіз останніх досліджень

Проблемами модернізації демократичного врядування на локальному рівні займалися закордонні та вітчизняні вчені. Вагомий науковий вклад у дослідження цієї проблеми внесли закордонні науковці, для яких процес активного впровадження демократичного врядування розпочався у середині ХХ сторіччя. Підтвердження факту безсумнівного інтересу до цієї проблеми є дослідження: Н. фон Оттера, які застосовував інструменти публічного врядування на локальному рівні [1]; К. Греффе розглядав ефективність функціонування інструментів публічного врядування на місцевому рівні [2]; С. Гіггер досліджував вплив публічного врядування на процес досягнення цілей соціально-економічного розвитку території [3]. У продовженні теоретичних досліджень, варто відмітити наявність моделей локально врядування, які можуть використовуватися в різних країнах або регіонах. Вибір конкретної моделі може залежати від історичних, культурних, правових та політичних особливостей кожної країни.

Модернізацією демократичного врядування на локальному рівні займалися українські науковці, вагомий внесок в цій напрямку зробили: Н. Бібік [4], Я. Бобер, Н. Гончарук [5], В. Мамонова [6], В. Тертичка, В. Філіппова [7] та інші. Утім, не зважаючи на вагомий науковий доробок, окремі питання потребують додаткового наукового осмислення.

Формування мети дослідження

Виходячи з вищесказаного, метою нашого дослідження є визначення та обґрунтування основних інструментів модернізації публічного врядування на локальному рівні, що має призвести до покращення якості життя та поліпшення рівня життя населення відповідної територіальної громади.

Викладання основного матеріалу дослідження

Пристаючи до досягнення мети нашого дослідження, варто зазначити, що з 2014 року в Україні розпочався процес реформування місцевого самоврядування, з прийняття відповідних законів та нормативно-правових актів, основні з яких є: Концепції та територіальної організації влади в Україні (01.04.2014), Законів України «Про співробітництво територіальних громад» (17.06.2014), «Про добровільне об'єднання територіальних громад» (05.02.2015) та змін до Бюджетного і Податкового кодексів.

Метою проведення реформ стало створення ефективної системи місцевої самоврядування та організації влади на територіальному рівні для забезпечення якісного життєвого середовища громадян, надання доступних та високоякісних публічних послуг, встановлення механізмів прямого народовладдя та врегулювання інтересів держави та територіальних громад. Початково оголошений у квітні 2014 року курс на реформу децентралізації влади також передбачав завдання вибору найоптимальнішої моделі місцевого самоврядування та процедур для формування органів самоврядування, впровадження механізмів децентралізації влади, дотримання принципу субсидіарності та надання можливості інститутам громадянського суспільства активно брати участь у роботі органів місцевого самоврядування.

Реформування системи місцевого самоврядування вимагало дотримання принципів демократичного врядування, до яких за думкою І. Дробуш відносяться чесне проведення виборів, представництво та участь з метою гарантування реальних можливостей громадян висловлювати свою думку щодо вирішення проблем розвитку території. Для забезпечення реалізації цього принципу дослідниця пропонує використовувати моделі місцевого самоврядування Німеччини, де бургомістр та інші представницькі органи вирішують основні питання місцевого розвитку; відповідальність органів місцевої влади щодо задоволення потреб та вирішення проблем членів громади, тобто поширення повноважень органів місцевого самоврядування через децентралізацію; дієвість та ефективність органів місцевої влади, яку можна оцінити за допомогою існуючий у світовій практиці системи оцінювання та критеріїв [8, с. 19].

Як вже зазначалося, інструментом модернізації демократичного врядування на локальному рівні є результати реформування місцевого самоврядування. Оцінка процесу децентралізації місцевого самоврядування в Україні може бути проведена з різних позицій, і вона зазвичай включає в себе як позитивні, так і негативні аспекти.

До позитивних результатів варто віднести: підвищення ролі місцевих громад, саме те, що децентралізація дозволила місцевим громадам мати більше влади та фінансової автономії для вирішення своїх проблем і розвитку;

підвищення доступності публічних послуг; створення механізмів громадської участі у прийнятті рішень на місцевому рівні через активну участь у місцевих обговореннях і громадських ініціативах; економічний розвиток, який полягає у ефективному використанні ресурсів, що дозволить сприяти розвитку місцевих господарств та створенню нових робочих місць; зменшення рівня корупції через застосування процедур громадського контролю.

Проте можна вказати на проблеми, що виникають у процесі реформи місцевого самоврядування, це: нерівномірність процесу децентралізації в деяких місцевих громадах; наявність фінансових проблем, пов'язаних з браком фінансових ресурсів для надання публічних послуг, що призводить до втрати якості цих послуг; нестача кваліфікованих управлінських кадрових ресурсів; наявність втручання з боку центральної влади в справи місцевих громад, що порушує принцип децентралізації; виникнення суперечності між громадами, з питань розподілу ресурсів і обов'язків. Однак наявні недоліки не зменшують позитивного результату від процесу децентралізації місцевого самоврядування в Україні, оскільки кількісна оцінка результатів зазначеного процесу говорить про вибір вірного шляху у питаннях місцевого розвитку. Моніторинг результатів реформ, які було запроваджено як на державному рівні, так і громадськістю є переконливим позитивним результатом демократичних змін в нашій державі.

Слід сказати, що С. Кемп та М. Хіменез запропонували методику оцінювання процесу реформування. Використання такої методики на думку вчених дає можливість громадянам регулярно проводити моніторинг стану демократії на місцевому рівні з метою визначення досягнень місцевого розвитку, а водночас сприяє усуненню виявлених недоліків. Ці оцінки враховують думку громадян і впливають на реакцію публічних органів влади на потреби та бажання членів громади [9, с. 34-38]. Така оцінка, відповідно до наукової розробки, проводиться на основі трьох критеріїв: рівень дотримання прав і свобод громадян відповідної території; рівень розвитку місцевих інститутів які забезпечують функціонування демократичних процесів місцевого рівня; рівень розвитку громадських ініціатив та участі громадян у формуванні політики місцевого розвитку. Також до системи оцінювання можна додавати додаткові показники: критерії гендерної рівності; рівень соціальної згуртованості та розмаїття; наявність конфліктів та рівень безпеки; на соціально-економічний розвиток території.

Такий алгоритм оцінювання складається з кількох етапів:

– підготовчий етап, до якого входить: обґрунтування оцінювання стану демократії; визначення критеріїв оцінки; визначення часу для дослідження; залучення кадрів для здійснення оцінювання; виділення необхідної кількості фінансових ресурсів;

– процес оцінювання: створення груп респондентів для оцінювання; формування груп консультантів; узгодження плану проведення дослідження; збір даних; процес аналізу даних оцінювання; процес оприлюднення результатів оцінювання; затвердження напрямів удосконалення процесу демократичного врядування на місцевому рівні.

Слід звернути увагу, що в зазначеному алгоритмі актуальним виступає процес визначення критеріїв оцінювання, які можна визначити на основі громадської думки чи з застосуванням місцевих, національних та міжнародних стандартів демократії. Отже, можна зробити висновок про та існування перспектив подальшої реалізації принципів демократичного врядування на локальному рівні.

Іншим інструментом локальної демократії можна визначити підвищення рівня залучення громадян до процесу ухвалення рішень на місцевому рівні. Причому підвищення рівня залучення громадян до прийняття та ухвалення рішень на місцевому рівні є важливим елементом розвитку місцевого самоврядування та демократії.

Ми вважаємо, що до основних складових такого процесу можна віднести: інформаційну прозорість, яка має прояв у забезпеченні доступу до інформації про рішення, які приймаються на місцевому рівні, наприклад через створення зручного та зрозумілого веб-сайт органів місцевої влади, де буде розташована вся необхідна інформація, що потребує суспільної думки; громадські засідання, які необхідно проводити з метою обговорення рішень, що потребують суспільної думки, в атмосфері, яка буде сприяти обміну ідеями; залучення до робочих груп представників громади для спільного обговорення та розробки питань, які стосуються місцевого розвитку; застосування електронних платформ для обговорення питань та голосування, що дозволить громадянам брати участь у рішеннях безпосередньо через Інтернет; створення механізму підтримання громадських ініціатив та петицій, який включає процедуру внесення громадянами проєктів щодо розвитку території; організація проведення консультації з громадськістю щодо планування та ухвалення рішень, пов'язаних з розвитком території; використання різних каналів комунікації, такі як соціальні медіа, газети, телебачення, для поширення інформації про рішення та проєкти; забезпечення зворотнього зв'язку між публічною владою та громадою; створення процедури визнання та підтримки активних громадян, які вносять вагомий внесок у розвиток місцевої громади. Отже, можна стверджувати, що основними принципами використання вищезазначеного інструменту є відкритість, прозорість і врахування думок і поглядів громади при ухваленні рішень на місцевому рівні.

Наступним інструментом впливу є активне використання інформаційних технологій, оскільки з розвитком е-врядування поширюється можливість використання інформаційних технологій у питаннях місцевого розвитку, а само: е-врядування включає в себе використання веб-порталів, спеціальних програм та онлайн-систем для

полегшення обміну інформацією та взаємодії між органами місцевого управління та громадянами; розробка та надання різних електронних послуг громадянам, які дозволяють отримувати інформацію та виконувати адміністративні процедури онлайн, такі як отримання документів, реєстрація податків, видача дозволів тощо; забезпечення доступу до відкритих даних про роботу органів місцевої влади, фінансову інформацію, статистику та інших даних, що сприяють більшій прозорості та контролю за витратами місцевих бюджетів; розробка платформ та механізмів для збору думок і пропозицій громадян, а також проведення онлайн-консультацій і голосувань з питань місцевого розвитку; забезпечення безпеки інформаційних систем та даних на місцевому рівні важливо для захисту від зловживань та кібератак; розвиток навичок та знань у сфері інформаційних технологій серед працівників органів місцевої влади для ефективного використання електронних інструментів. Все це переконливо доводить, що активне використання інформаційних технологій на місцевому рівні, часто відоме як е-врядування, має значний потенціал для покращення рівня управління та надання публічних послуг громадянам.

Отже, вважаємо, що модернізація демократичного врядування на локальному рівні є динамічним прогресивним процесом, який вимагає застосування відповідних інструментів, до яких ми відносимо: реформування місцевого самоврядування; підвищення рівня залучення громадян до процесу ухвалення рішень на місцевому рівні та активне використання інформаційно-комунікаційних технологій в процесі розвитку локальної демократії.

Висновки

Таким чином проведене дослідження виявило, що процес розвитку локальної демократії в Україні має свої переконливо позитивні результати, які дозволяють стверджувати про наявність демократичного врядування в Україні на місцевому рівні. Завдяки розвитку демократичних інструментів громадяни активно беруть участь у розвитку своєї територіальної громади, мають можливість формувати фінансові ресурси громади та активно витрачати їх на вирішення проблем соціально-економічного розвитку. Все це відбувається на основі реалізації реальних можливостей залучення громадян до ухвалення важливіших рішень щодо розвитку територіальної громади з застосуванням сучасних інструментів демократії, що дозволяє розвиватись демократичному врядуванню на локальному рівні та призводить до покращення якості життя та поліпшення рівня життя населення відповідної території.

Список використаної літератури

1. Зайчук О.В. Оніщенко О.В. Теорія держави і права: академічний курс. Київ: Юрінком Інтер, 2006. 688 с.
2. Greffe H. The instruments of good governance URL: <https://www.oecd.org/regional/leed/34949100.pdf>
3. Giguère, S. (2004) Building New Forms of Governance for Economic and Employment Development, *New Forms of Governance for Economic Development*, OECD, Paris, 2004. 267 P.
4. Бібік Н. Дослідження навчальних потреб представників опраців місцевого самоврядування в Україні. Квітень, 2019 р. 123 с.
5. Сergygin S.M., Гончарук Н.Т. Концептуальні засади реформування місцевого самоврядування в Україні *Аспекти публічного управління*, 2014 р., № 5-6. С. 71-80.
6. Мамонова В.В., Пуль С.С. Напрями реформування системи місцевого самоврядування в Україні. *Теорія та практика державного управління*, 2020, 4(71). С. 110-117 DOI 10.34213/tp.20.04.14
7. Філіппова В.Д., Логачов Д.О. Глобалізаційні виклики для локальних моделей демократії. *Глобалізаційні виклики: урядування майбутнього* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 26-27 квітня 2023 року.) / за заг. ред. Л. Г Комахи. Київ : ННІ ПУДС КНУ імені Тараса Шевченка, 2023. С. 148-150.
8. Дробуш І. Реформування місцевого самоврядування в Україні: пошук оптимальної моделі в контексті євроінтеграційного процесу. *Електронне наукове видання «Аналітично-порівняльне правознавство»*, URL: <http://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/235772> DOI <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2021.01.3>
9. Кемп Б., Хіменез М. Система оцінювання стану демократії на місцевому рівні. 2017. 120 с.
10. Моніторинг реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади URL: <https://mtu.gov.ua/content/monitoring-reformi-miscevogo-samovryaduvannya-ta-teritorialnoi-organizacii-vladi.html>
11. Понад 65% громад готові взяти участь у розробці реформи адміністрування місцевих податків – результати опитування. URL: <https://atu.net.ua/news/ponad-65-gromad-gotovi-vzyati-uchast-u-rozrobtsi-reformi-administruvannya-mistsevikh-podatkov-rezultati-opituvannya>
12. Про місцеве самоврядування: Закон України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text>

References

1. Zajchuk O.V. Onischenko O.V. (2006) *Teoriia derzhavy i prava: akademichnyj kurs*. [Theory of the state and law: academic course.] Kyiv: Yurinkom Inter, 2006. – 688 s. [in Ukraine]
2. Greffe H. The instruments of good governance URL: <https://www.oecd.org/regional/leed/34949100.pdf> [in English]

3. Giguère, S. (2004) Building New Forms of Governance for Economic and Employment Development, New Forms of Governance for Economic Development, OECD, Paris, 2004. 267 P. [in English]
4. Bibik N.(2019) Doslidzhennia navchal'nykh potreb predstavnykiv orachiv mistsevoho samovriaduvannia v Ukraini. [Study of the educational needs of representatives of local self-government plows in Ukraine] Kvitin', 2019 r. 123 s. [in Ukraine]
5. Ser'ohin S.M., Honcharuk N.T. (2014) Kontseptual'ni zasady reformuvannia mistsevoho samovriaduvannia v Ukraini [Conceptual principles of local self-government reform in Ukraine] *Aspekty publichnoho upravlinnia*, 2014 r., № 5-6. S. 71-80 [in Ukraine]
6. Mamonova V.V., Pul' S.S. (2020) Napriamy reformuvannia systemy mistsevoho samovriaduvannia v Ukraini. [Directions of reforming the system of local self-government in Ukraine.] *Teoriia ta praktyka derzhavnoho upravlinnia*, 2020, 4(71). S. 110-117 [in Ukraine] DOI 10.34213/tp.20.04.14
7. Filippova V.D., Lohachov D.O. Hlobalizatsiyni vyklyky dlya lokal'nykh modeley demokratiyi [Globalization challenges for local models of democracy]. Hlobalizatsiyni vyklyky: uryaduvannya maybutn'oho : materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kyiv, 26-27 kvitnya 2023 roku.) / za zah. red. L. H Komakhy. Kyiv: NNI PUDS KNU imeni Tarasa Shevchenka, 2023. S. 148-150 [in Ukraine]
8. Drobush I. Reformuvannia mistsevoho samovriaduvannia v Ukraini: poshuk optimal'noi modeli v konteksti ievrointehratsijnoho protsesu. [Reforming local self-government in Ukraine: the search for an optimal model in the context of the European integration process] *Elektronne naukove vydannia «Analitychno-porivnial'ne pravoznavstvo»*, URL: <http://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/235772> [in Ukraine] DOI <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2021.01.3>
9. Kemp B., Khimenez M. (2017) Systema otsiniuvannia stanu demokratii na mistsevomu rivni. [A system for evaluating the state of democracy at the local level] 2017. 120 s. [in Ukraine]
10. Monitorynh reformy mistsevoho samovriaduvannia ta terytorial'noi orhanizatsii vlady [Monitoring of the reform of local self-government and territorial organization of power] URL: <https://mtu.gov.ua/content/monitoring-reformi-miscevogo-samovryaduvannya-ta-teritorialnoi-organizacii-vladi.html> [in Ukraine]
11. Ponad 65% hromad hotovi vziaty uchast' u rozrobtsi reformy administruvannia mistsevvykh podatkov – rezul'taty opytuvannia. [More than 65% of communities are ready to participate in the development of the reform of local tax administration – survey results] URL: <https://atu.net.ua/news/ponad-65-gromad-gotovi-vzyati-uchast-u-rozrobtsi-reformi-administruvannya-mistsevvykh-podatkov-rezultati-opituvannya>[in Ukraine]
12. Pro mistseve samovriaduvannia: Zakon Ukrainy [On local self-government: Law of Ukraine] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text>[in Ukraine]

В. В. РАТУШНЯК

аспірант кафедри управління та адміністрування
КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти»
ORCID: 0009-0003-8412-5459

ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДГРУНТЯ ІНСТИТУЦІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ГРОМАДЯНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА

В статті приділяється увага теоретичному підґрунтю формування інституціонального розвитку громадянського суспільства. Актуалізація теми статті підтверджується необхідністю формування та розвитку сучасного українського громадянського суспільства діяльність якого впливає на численні сфери суспільного життя та розвиток держави в цілому. Матеріал статті деталізує складові інституціональних перетворень сучасного громадянського суспільства, поєднуючи демократію, права людини; політичну участь; боротьбу з корупцією; соціальну справедливість; екологічні питання; міжнародну співпрацю та культурний розвиток в єдиний необхідний механізм розвитку. Аналіз сучасних наукових розробок обраного напрямку дослідження свідчить про наявність великої кількості праць закордонних та вітчизняних вчених, в яких приділяється увага вирішенню проблем пов'язаних інституціональним розвитком громадянського суспільства. Враховуючи це, дана стаття є продовженням наукового пошуку вирішення зазначеної актуальної проблеми сучасності. Доведено необхідність дослідження сучасних викликів та тенденцій у політиці та суспільстві, які сприяють розвитку більш динамічної та адаптивної політичної модернізації в різних країнах світу, що дало змогу з'ясувати необхідність інституціонального розвитку громадянського суспільства в умовах демократичної трансформації України. В статті доведено, що мета та основні завдання інституціонального розвитку громадянського суспільства це удосконалення діяльності сучасних інститутів громадянського суспільства, що повинно привести до активного розвитку демократичної, правової соціальної держави, в якій члени громадянського суспільства об'єднуються для прийняття важливіших для держави рішень, захисту прав, свобод та інтересів громадян. В дослідженні визнана необхідність функціонування механізмів управління для розвитку інститутів громадянського суспільства, метою роботи яких є досягнення спільного блага, що спрямовується на підвищення рівня соціально-економічного розвитку держави.

Ключові слова: громадянське суспільство, політична модернізація, інституціональний розвиток, демократичний процес, децентралізація.

V. V. RATUSHNIAK

Postgraduate Student at the Department of Management and Administration
Public Higher Educational Establishment
"Vinnytsia Academy of Continuing Education"
ORCID: 0009-0003-8412-5459

THEORETICAL FOUNDATION OF INSTITUTIONAL DEVELOPMENT OF CIVIL SOCIETY IN THE CONDITIONS

The article pays attention to the theoretical basis of the formation of the institutional development of civil society. The actualization of the topic of the article is confirmed by the need for the formation and development of modern Ukrainian civil society, whose activities affect numerous spheres of social life and the development of the state as a whole. The material of the article details the components of institutional transformations of modern civil society, combining democracy, human rights; political participation; fight against corruption; social justice; environmental issues; international cooperation and cultural development into the only necessary development mechanism. The analysis of modern scientific developments in the chosen field of research indicates the presence of a large number of works by foreign and domestic scientists, in which attention is paid to solving problems related to the institutional development of civil society. Taking this into account, this article is a continuation of the scientific search for a solution to the specified current problem of our time. The necessity of researching modern challenges and trends in politics and society, which contribute to the development of more dynamic and adaptive political modernization in various countries of the world, has been proven, which made it possible to clarify the need for institutional development of civil society in the conditions of democratic transformation of Ukraine. The article proves that the purpose and main the task of institutional development of civil society is to improve the activities of modern institutions of civil society, which should lead to the active development of a democratic, legal social state, in which members of civil society unite to make decisions that are more important for the state, to protect the rights, freedoms and interests of citizens. The work recognizes the need for public authorities to create a favorable legal environment for the development of civil society institutions that function to achieve the common good, which is manifested in increasing the level of socio-economic development of the state.

Key words: civil society, political modernization, institutional development, democratic process, decentralization.

Постановка проблеми

Важливим питанням сьогодення виступає актуалізація інституціонального розвитку громадянського суспільства України, який повинен відігравати важливу роль у формуванні сучасної громадянської активності та участі у демократичному процесі, який передбачає створення та розвиток різних інститутів, які сприяють ефективному функціонуванню громадянського суспільства, його активізації та впливу на формування державної політики. Відмітимо, те що інститути громадянського суспільства це прояви демократичних перетворень, які допомагають зміцненню позицій громадян при прийнятті важливіших рішень соціально-економічного розвитку на державному, регіональному на локальному рівні.

Відомо, наприклад, що рівень демократії, який оцінюються в світі кожен рік містить показники громадянської активності, які залежать самі від діяльності та розвитку інститутів громадянського суспільства в країні. Україна у цьому рейтингу посіла 87 сходинку за 2022 рік, з 167 країн світу [1]. Ці данні свідчать про те, що процес створення інститутів громадянського суспільства ще триває, та вимагає наукового впливу з боку сучасних досліджень та застосування відомих світових практики. Виходячи з цього, можемо стверджувати про необхідність та актуальність обраного напряму дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблеми, пов'язані з інституціональним розвитком громадянського суспільства розглядали провідні вітчизняні та зарубіжні вчені С. Лінсет, С. Хантінгтон, Д. Лернет, Д. Мертон, Г. Хантінгтон, Л. Бурдьє, М. Грузд, М. Михальченко, Г. Музиченко, Ф. Медвідь, А. Медвідь, А. Пахарев, Ф. Рудич, К. Трима та інші.

Формування мети дослідження

Утім, не зважаючи на широке коло досліджень, додаткового наукового осмислення потребують складові інституціонального розвитку громадянського суспільства в умовах демократичної трансформації України з урахуванням сучасних науково-теоретичних концепцій.

Викладання основного матеріалу дослідження

Теоретичне осмислення особливостей інституціонального розвитку громадянського суспільства в умовах демократичної трансформації нашої держави перш за все вимагає з'ясування основних положень існуючої теорії політичної модернізації суспільства, оскільки вона є відправною точкою нашого дослідження.

Теорія політичної модернізації з'явилася з різноманітних концепцій, що містять неоднозначні висновки й рекомендації та мають різну соціально-політичну спрямованість. Проведений нами теоретичний аналіз доводить, що основні засади теорії політичної модернізації суспільства включають: зміни у суспільстві, коли суспільства переходять від традиційних структур і практик до більш сучасних та раціональних форм організації; визначення ролі політики, коли теорія вивчає вплив політики та політичних інститутів на суспільний розвиток, де вона досліджує, як політичні процеси сприяють або гальмують модернізацію; сучасність та інституційні зміни, згідно якої відбувається аналіз створення та розвитку сучасних політичних інститутів, таких як демократичні установи, правова система, партії тощо; громадянське суспільство, в тому числі громадянські організації та активність громадян можуть сприяти змінам у суспільстві; глобалізацію, де теорія враховує вплив глобалізації на політичні та економічні процеси, оскільки вони можуть прискорити або змінити модернізаційні тенденції; загрози та виклики, при яких аналізується взаємодія між модернізацією та загрозами, такими як корупція, конфлікти, нерівність тощо; демократію, коли дослідження теорії політичної модернізації фокусуються на ролі демократії у розвитку суспільства, а також на умовах, необхідних для становлення та підтримки демократичних інститутів.

Підтвердження вищесказаного також є наукові праці, що розкривають сутність, складові та особливості розвитку громадянського суспільства з позиції різних підходів. Так, цікавою є думка С. Ліпсета, який довів необхідність політичної модернізації тільки за умов демократичних перетворень, у будь якому іншому випадку ця модернізація не доречна [2]. В продовження цієї думки С. Хантінгтон наголосив на необхідності демократичних перетворень у країнах світу, що приведе к актуалізації громадянського суспільства [3]. Необхідність формування інститутів громадянського суспільства в постколоніальних суспільствах довів Д. Лернер [4]. Громадянське суспільство через призму глобалізації розглядав в своїх працях Д. Мертон, які було детально досліджено І. Чудовською, автор підкреслював необхідність глобальних демократичних перетворень на світової арені для підвищення активності громадськості у країнах світу [5].

Дослідження питання інституціалізації громадянського суспільства варто почати з роботи Г. Хантінгтона, яка були проаналізовані у монографії М. Пластуна, та Л. Бурдьє які мали протилежні погляди на шляхи підвищення активізації суспільних процесів. Так, Г. Хантінгтон наголошує на політичній модернізації на основі дій органів влади, а Л. Бурдьє розглядає політичну модернізацію як реакцію органів влади на високу громадянську активність. Це протиріччя між двома вченими перш за все, на наш погляд було викликане різними об'єктами дослідження. У Г. Хантінгтона це країни Латинської Америки, які мали свій особистий шлях досягнення демократичних перетворень, а у Л. Бурдьє це французьке громадянське суспільство яке почало шлях до демократії ще у минулі сторіччя [6, 7].

Цікавою є думка Ф. Медвідь та А. Медвідь, які визначають процес політичної модернізації у двох головних аспектах. Перший – це спонтанний або стихійний розвиток, що виникає в результаті поступового нагромадження передумов у різних сферах суспільного життя, причому подальша комбінація цих передумов створює якісно нові поступові кроки до розвитку. Другий аспект – це свідомий або цілеспрямований процес, при якому впливові суспільні групи або правлячі еліти активно впливають і спрямовують вектори модернізації. Успішність модернізації у будь-якому випадку залежить від того, наскільки існуючі національні інститути та ментально-психологічні орієнтації населення відповідають її меті [8, с. 180].

Поряд з цим, однією з ключових особливостей політичної модернізації є розгалужена структура політичних інститутів (інституціоналізація), яка передбачає створення мережі соціально-економічних, політичних та інших інститутів у суспільстві для забезпечення стабільності і соціального порядку. Цій процес може включати в себе як удосконалення традиційних інститутів, які з часом зазнають суттєвих змін у функціях та характері діяльності, так і створення нових інститутів [9].

Однак тут варто звернути увагу на те, що інституціоналізація не може бути вимірною лише кількісно, оскільки суспільства з інституційним порядком, що охоплює всі сфери суспільно-політичного життя, є нечастим. При цьому рівень інституціоналізації визначається якісними показниками, такими як: здатність суспільних структур до адаптації до нових умов, складність структур, ступінь їхньої автономності відносно інших соціальних груп та інститутів, та взаємна узгодженість суспільно-політичної діяльності [10].

Ще однією важливою рисою модернізації є забезпечення широкої участі громадян у політичному житті через політичні партії та інтереси різноманітних акторів. Причому їх модернізаційний потенціал зумовлений рядом функцій, такими як структуризація політичного життя, посередництво між громадянами та владою, а також сприяння спілкуванню представників різних верств населення [11].

У продовженні цього твердження наведемо кілька теоретичних наукових доводів. Так, М. Грузд розглядаючи участь інститутів громадянського суспільства у становленні держави соціального добробуту, робить висновок, що моделі взаємодії між органами державної влади та інститутами громадянського суспільства, які розроблені для України, будуть оптимальними в контексті поєднання «демократичного» та «виборчого» характеру громадянського суспільства. Модель характеризується активною політичною участю громадян та наявністю об'єднань, які можуть виступати у ролі опозиції до владних структур, що буде сприяти підвищенню економічної ефективності та загальному добробуту в країні [12, с. 175-176].

Поряд з цим, М. Михальченко виділяє кілька підходів до визначення громадянського суспільства: недержавний сектор економіки, сфери політичного і духовного життя; сукупність громадських об'єднань і організацій; опозиційні, напівопозиційні та нейтральні до влади соціальні сили. Вчений пропонує визначати громадянське суспільство як «сукупність суб'єктів суспільного життя, які реалізують свої часткові інтереси і взаємопов'язані у процесі економічного, політичного, соціального життя для реалізації різних цілей, інколи протилежних» [9, 13, с. 24].

У свою чергу, Г. Музиченко наголошує, що покращення нормативно-правового забезпечення функціонування громадянського суспільства, інституціоналізація державної політики у цьому напрямку та концептуалізація цього процесу відбуваються на основі позитивного світового досвіду співпраці органів державної влади з інститутами громадянського суспільства. [16, с. 85-86].

Досліджуючи процеси інституціоналізації суспільства, А. Пахарев зробив висновок, що громадянське суспільство в Україні формується на основі внутрішньої специфіки країни та культурно-історичних традицій. До них автор відносить: православ'я, з відзначенням поваги до інших релігій, підтримка соборності, патріотизм, прихильність до моральних принципів, бажання жити у колективних формах, прагнення до національного єднання та соціальної справедливості [10].

Згідно з Ф. Рудичем, громадянське суспільство є базою для держави. Його розвиток тісно пов'язаний з розвитком держави як правової, соціальної та демократичної сутності. Дослідник описує його як суспільство дорослих громадян з високим рівнем культури у всіх аспектах – економічному, соціальному, духовному та політичному. Основна мета громадянського суспільства, за думкою науковця, полягає в забезпеченні прав людини відповідно до закону, особа має гарантоване право на вільний вибір форми економічного та політичного життя, ідеології та світогляду, а також можливість вільно висловлювати свої думки і погляди [14, с. 13-17].

Ми погоджуємося із думкою К. Трими, яка визначає громадянське суспільство як «особливий рівень розвитку суспільства, яке стає домінуючим соціальним, економічним, а у разі необхідності – й політичним актором. Воно відокремлене від держави (як політичного інституту), сфери недержавних суспільних інститутів та відносин» [15, с. 6].

Вітчизняна практика інституціоналізації громадянського суспільства окрім теоретичного, також має правове підґрунтя. Так, Указ Президента України «Про Національну стратегію сприяння розвитку громадянського суспільства в Україні на 2021–2026 роки», розкриває основні інструменти «створення сприятливих умов для розвитку громадської ініціативи та самоорганізації, формування та діяльності інститутів громадянського суспільства, налагодження взаємодії між громадянами, згаданими інститутами та органами державної влади, органами місцевого

самоврядування, у тому числі для реалізації та захисту прав і свобод людини та громадянина, задоволення суспільних інтересів, забезпечення громадської участі у прийнятті та реалізації владних рішень» [17].

Також, відповідно до зазначеної Національної стратегії визначаються основні напрями розвитку громадянського суспільства до 2026 р: забезпечення з боку органів публічної влади ефективної взаємодії громади та зазначених органів влади у формуванні і реалізації державної, регіональної та локальної політики; створення необхідних умов з боку органів публічної влади у формуванні інститутів громадянського суспільства; забезпечення процесу стимулювання участі інститутів громадянського суспільства у соціально-економічному розвитку держави; розвиток межсекторальної взаємодії.

Висновки

Отже, узагальнюючи основні положення проведеного теоретичного аналізу можна зробити висновок, що інституціональний розвиток громадянського суспільства в умовах демократичної трансформації країн, в тому числі й України, є складним і багатограним процесом, який бере своє коріння в історії, культурних традиціях та соціально-політичних подіях. Такий процес охоплює різні аспекти життя суспільства і є неперервним циклом. Прояви інституалізації громадянського суспільства в сучасній Україні свідчать про активність громадськості у боротьбі за демократію, права і свободи, а також в участі у суспільних процесах.

Згідно з даними світового індексу демократії, наша країна ще знаходиться в процесі створення дійсно демократичних інституцій громадянського суспільства, але судячи з існуючими прогресивними показниками ми знаходимося на вірному шляху по досягненню суспільного блага через принцип демократії, справедливості та дотримання прав та свобод кожного громадянина суспільства.

Список використаної літератури

1. Росія на шляху до диктатури, але дві третини світу нейтральні або підтримують її. Розбір «Індексу демократії – 2022» *The Economist*. URL: <https://forbes.ua/svit/indeks-demokratii-2022-02022023-11488>
2. Seymour Martin Lipset Political man: the social bases of politics. Doubleday and company, Inc., New York, 1960. p. 77-96.
3. Huntington S. Clash of Civilizations, Publishing House LLC AST, 2003. 603 p.
4. Daniel Lerner. Political Modernization and Husbandry: Studies in Postcolonial Estates, AST, 1984. 234 p.
5. Чудовська І. Соціологія масових комунікацій: навчальний посібник, Київ, 2021. 235 с.
6. Пластун М. С. Глава держави і антикорупційна політика: проблеми формуванню та реалізації : монографія, Одеса. Фенікс, 2018. 224 с.
7. Бурдье П. Практичний глузд / Пер. з фр., К.: Український центр духовної культури, 2003. 503 с.
8. Медвідь Ф., Медвідь А. Інституалізація громадянського суспільства в Україні в умовах політичної модернізації *Наукові записки інституту політичних та етнонаціональних досліджень ім. І.Ф. Кураса*, 2011. Випуск 6, С. 175-186.
9. Михальченко М.І. Україна як нова історична реальність: запасний гравець Європи. Дрогобич. ВФ «Відродження», 2004. 488 с.
10. Пахарев А.Д. Політичні інститути і процеси в сучасній Україні. Навчальний посібник, К, 2011. 182 с.
11. Рудич Ф.М., Балабан Р.В., Ганжуров Ю.С. Політична система та інститути громадянського суспільства в сучасній Україні: Навч.посібник К. Либідь, 2008. 440 с.
12. Грузд М.М. Участь інститутів громадянського суспільства у становленні держави соціального добробуту. *Право та державне управління*. 2019р., № 2 (35) том 1. С. 174-180.
13. Михальченко М. Методологічні проблеми дослідження взаємодії соціально- правової держави і громадянського суспільства. *Наукові записки: збірник*. К.: ІПіЕНД, 2004, Вин. 25. С. 23-35.
14. Рудич Ф.М. Громадянське суспільство та народовладдя: методологічний контекст *Наукові записки: збірник* К.: ІПіЕНД, 2004. Вип. 25. С. 11-23.
15. Трима К.А. Глобалізація як фактор трансформації українського громадянського суспільства (на прикладі громадських організацій): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. політ. наук: спец. 23.00.04 «Політичні проблеми міжнародних систем та глобального розвитку». Київ, 2011. 15 с.
16. Музиченко Г. Співпраця влади та громадянського суспільства як умова подальшого демократичного розвитку України. *Наукові праці Міжрегіональної академії управління персоналом*, 2022, Випуск 3 (63). С. 83-88.
17. Про Національну стратегію сприяння розвитку громадянського суспільства в Україні на 2021–2026 роки: Указ Президента України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/487/2021#Text>

References

1. Rosiia na shliakhu do dyktatury, ale dvi tretyny svitu nejtral'ni abo pidtrymuiut' ii. Rozbir «Indeksu demokratii – 2022» [Russia is on the way to a dictatorship, but two-thirds of the world is neutral or supports it. Analysis of the «Democracy Index – 2022»] *The Economist*. URL: <https://forbes.ua/svit/indeks-demokratii-2022-02022023-11488>

2. Seymour M. (1960) *Lipset Political man: the social bases of politics*. Doubleday and company, Inc., New York, 1960. p. 77-96. [in English]
3. Huntington S. (2003) *Clash of Civilizations*. Publishing House LLC AST. 2003. 603 p. [in English]
4. Daniel Lerner. (1984) *Political Modernization and Husbandry: Studies in Postcolonial Estates*. AST. 1984. 234 p. [in English]
5. Chudovska I. (2021) *Sotsiologhiia masovykh komunikatsij: [Sociology of mass communications]* Navch. Posib. Kyiv. 2021. 235 p. [in Ukraine]
6. Plastun M. S. (2018) *Hlava derzhavy i antykoruptsijna polityka: problemy formuvaniu ta realizatsii [Head of state and anti-corruption policy: problems of formation and implementation]* monohrafiia. Odesa. Phoenix. 2018. 224 p. [in Ukraine]
7. Bourdieu P. (2003) *Praktychnyj hluzd [Practical sense]* K.: Ukrain's'kyj tsentr dukhovnoi kul'tury, 2003. 503 p. [in Ukraine]
8. Medvid F., Medvid A. (2011 December) *Instytualizatsiia hromadians'koho suspil'stva v Ukraini v umovakh politychnoi modernizatsii [Institutionalization of civil society in Ukraine in the conditions of political modernization]* *Naukovi zapysky instytutu politychnykh ta etnonatsional'nykh doslidzhen' im. I.F. Kurasa*, 2011, Issue 6. pp. 175-186. [in Ukraine]
9. Mikhalchenko M.I. (2004) *Ukraina iak nova istorychna real'nist': zapasnyj hravets' Yevropy [Ukraine as a new historical reality: Europe's reserve player]*. Drohobych VF «Revival», 2004. 488 p. [in Ukraine]
10. Pakharev A.D. (2011) *Politychni instytuty i protsesy v suchasnij Ukraini [Political institutions and processes in modern Ukraine]* Navch.pos. K. 2011. 182 p. [in Ukraine]
11. Rudych F.M., Balaban R.V., Hanzhurov Yu.S. (2008) *Politychna systema ta instytuty hromadians'koho suspil'stva v suchasnij Ukraini [Political system and institutions of civil society in modern Ukraine]* Navch.posibnyk .: K. Lybid, 2008. 440 p. [in Ukraine]
12. Gruzd M.M. (2019) *Uchast' instytutiv hromadians'koho suspil'stva u stanovleni derzhavy sotsial'noho dobrobutu [The] participation of civil society institutions in the formation of the social welfare state*. *Pravo ta derzhavne upravlinnia*. 2019, No. 2 (35). volume 1. pp. 174-180. [in Ukraine]
13. Mykhalchenko M. (2004) *Metodolohichni problemy doslidzhennia vzaiemodii sotsial'no- pravovoï derzhavy i hromadians'koho suspil'stva [Methodological problems of the study of the interaction of the socio-legal state and civil society]*. *Naukovi zapysky: zbirnyk*. K.: IPIEND, 2004. Vip. 25. pp. 23-35. [in Ukraine]
14. Rudych F.M. (2004) *Hromadians'ke suspil'stvo ta narodovladdia: metodolohichnyj kontekst [Civil society and people's power: methodological context]* *Naukovi zapysky: zbirnyk*. K.: IPIEND, 2004. Vip. 25. pp. 11-23. [in Ukraine]
15. Tryma K.A. (2011) *Hlobalizatsiia iak faktor transformatsii ukrains'koho hromadians'koho suspil'stva (na prykladi hromads'kykh orhanizatsij) [Globalization as a factor in the transformation of Ukrainian civil society (on the example of public organizations)] avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. polit. nauk: spets. 23.00.04 «Politychni problemy mizhnarodnykh system ta hlobal'noho rozvytku»*. Kiyv, 2011. 15 p. [in Ukraine]
16. Muzychenko H. (2022, September) *Spivpratsia vlady ta hromadians'koho suspil'stva iak umova podal'shoho demokratychnoho rozvytku Ukrainy. [Cooperation between the authorities and civil society as a condition for the further democratic development of Ukraine]* *Naukovi pratsi Mizhrehional'noi akademii upravlinnia personalom*. 2022. Issue 3 (63). pp. 83-88. [in Ukraine]
17. *Pro Natsional'nu stratehiiu spryanniia rozvytku hromadians'koho suspil'stva v Ukraini na 2021 – 2026 roky Ukaz Prezydenta Ukrainy [On the National Strategy for Promoting the Development of Civil Society in Ukraine for 2021-2026: Decree of the President of Ukraine]* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/487/2021#Text> [in Ukraine]

Є. О. РОДІОНОВ

аспірант кафедри державного управління
і місцевого самоврядування
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0009-0000-2786-3904

В. Д. ФІЛІПОВА

доктор наук з державного управління, професор
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-8476-3341

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ СОЦІАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ВЛАДИ ТА СУСПІЛЬСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ ДЕРЖАВОТВОРЕННЯ

У статті з'ясовано теоретичне осмислення соціальної взаємодії влади та сучасного суспільства на основі праць закордонних та вітчизняних дослідників, розглянуто теоретичні основи соціальної взаємодії як спільні дії публічної влади та громадянського суспільства з метою досягнення суспільного блага. В дослідженні розкрито сутність соціальної взаємодії за допомогою ефекту синергії, який досягається за умов ефективного функціонування влади та громадського суспільства як єдиної злагодженої системи. На основі теоретичного аналізу, доведено, що ефективність роботи зазначеної системи досягається при результативній роботі всіх існуючих елементів: публічної влади, громадянського суспільства та механізмів публічного управління. Виявлено, що об'єкти та суб'єкти публічного управління взаємодіють при процесі прийняття рішення відносно соціального розвитку держави з використанням необхідної кількості ресурсів соціального розвитку. Також, робиться акцент, що складовими політичної системи є довіра суспільства, як основний критерій ефективності влади, який формує кінцеву мету керуючого суб'єкту. Підтвердження вищевказаного є поява в статті поняття «повна ефективність» (розв'язання всіх соціальних та політичних проблем) та «часткова ефективність» (вирішення частини проблем). В роботі описано процес взаємодії на місцевому, регіональному та державному рівні через прийняття рішень на відповідних рівнях. Аналіз цього процесу свідчить про наявність в сучасному українському законодавстві відповідних нормативно-правових актів, які демонструють функціонування інструментів соціальної взаємодії, але важливим питанням сьогодення виступає удосконалення існуючої системи соціальної взаємодії через покращення роботи складових, до яких безумовно відносяться механізми публічного управління.

Ключові слова: соціальна взаємодія, влада, суспільство, держава, державна політика.

E. O. RODIONOV

Postgraduate Student at the Department of Public Administration
and Local Self-Government
Kherson National Technical University
ORCID: 0009-0000-2786-3904

V. D. FILIPPOVA

Doctor of Public Administration, Professor
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-8476-3341

THEORETICAL PRINCIPLES OF SOCIAL INTERACTION OF POWER AND SOCIETY IN MODERN CONDITIONS OF STATE BUILDING

The article examines the theoretical understanding of the social interaction of government and modern society based on the works of foreign and domestic researchers, and examines the theoretical foundations of social interaction as joint actions of public authorities and civil society with the goal of achieving public good. The study illustrates social interaction with the help of the synergy effect, which is achieved under the conditions of effective functioning of the government and civil society as a single coherent system. The study states that the effectiveness of the system is achieved through effective work of all existing elements: public authorities, civil society and public management mechanisms. It was revealed that objects and subjects of public administration interact over the decision-making process regarding the social development of the state using the necessary amount of social development resources. Also, it is emphasized that the components of the political system are public trust, as the main criterion for the effectiveness of the government, which forms the ultimate goal of the governing entity. Confirmation of the above is the appearance of the concept of «full efficiency» (solution of all social and political problems) and «partial efficiency» (solution of part of the problems). The work describes the process

of interaction at the local, regional, and state levels through decision-making at the appropriate levels. The analysis of this process indicates the presence of relevant normative legal acts in modern Ukrainian legislation, which demonstrate the availability of tools of social interaction, but an important issue today is the improvement of the existing system of social interaction through the improvement of the work of components, which definitely include the mechanisms of public management.

Key words: social interaction, power, society, state, state policy.

Постановка проблеми

В сучасній демократичній державі рухомою силою покращення якості та підвищення рівня життя населення є ефективна взаємодія публічної влади та громадського суспільства. Цій процесу полягає у розробці та реалізації відповідної державної політики, мета якої є створення суспільного блага сучасної демократичної держави, влада якої відповідає за добробут всіх членів суспільства, це досягається завдяки принципам прозорості та відкритості публічної влади, джерелом формування якої і є само суспільство.

Проблеми та явища, які пов'язані з взаємодією між державними інституціями та громадянським суспільством, знаходяться у центрі уваги та активно обговорюються у сучасному часі. Це обумовлено наступними факторами такі як соціокультурні зміни, що виникають під впливом соціокультурних трансформацій, які стали результатом динаміки у відносинах між владою та суспільством; політичні події, до яких відносяться вибори, протести та інших подій, які привертають увагу до соціально-політичних питань розвитку суспільства; наступний фактор – технологічний прогрес, який виникає під впливом розвитку інформаційних технологій та соціальних медіа, які є засобом висловлювання громадянами своєї позиції; економічні та соціальні фактори, які акцентують увагу органів влади до вирішення соціально-економічних проблем; останній фактор – це глобальні виклики, які пов'язані з вирішенням глобальних проблем, такі як зміна клімату, міграція та пандемії. Дослідження соціальної взаємодії дозволять не тільки краще розуміти поточні суспільні процеси, а й розробити ефективні стратегії та політики для вирішення існуючих проблем, що виникають у сучасному громадянському суспільстві. Виходячи з цього актуальним виступає теоретичне осмислення двох основних понять: соціальна взаємодія як рухома сила, як процес та суспільні блага як результат цієї спільної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розуміння ролі громадянського суспільства в системі публічного управління ставало в центрі наукових інтересів багатьох вчених. Так, І. Пасько, Я. Пасько, В. Шинкарук розкривають методологічні проблеми дослідження громадянського суспільства; А. Карась, М. Мокляк, М. Попович аналізують взаємини особистості й держави; В. Андрущенко, В. Барков, Ю. Бауман, Ю. Левенець, С. Рудницький та ін. в своїх дослідженнях розглядають різні аспекти функціонування громадянського суспільства. Визначено роль громадянського суспільства в системі публічного управління й на рівні нормативних-правових актів України. Утім, незважаючи на широкий науковий доробок існує ряд питань, що потребують додаткового осмислення.

Формування мети дослідження

З огляду на вищесказане метою нашого дослідження є визначення теоретичного підґрунтя соціальної взаємодії публічної влади та громадянського суспільства, що дозволить з'ясувати ефективні шляхи зазначеної взаємодії в сучасних умовах державотворення.

Викладання основного матеріалу дослідження

З огляду на систематизацію наукового напрацювання за темою дослідження та на її еволюційний характер в контексті суспільних викликів, можна виділити два етапи формування сучасного бачення процесу соціальної взаємодії. Перший етап полягає в становленні розуміння соціальної держави, основним механізмом якої соціальна взаємодія. Саме до цього етапу можна віднести економічну реформу Л. Ерхарда, яка докорінно змінила соціально-економічне життя Західної Німеччини. Головним у цій реформі був акцент на розв'язанні соціальних проблем держави. Її соціальним завданням став не розподіл соціальних благ, а забезпечення умов діяльності індивідів, здатних створити ці блага й самостійно піклуватися про себе. Цей принцип було покладено в основу всієї державної політики та створення необхідних умов для «економічного дива» [1].

Поширення ідеї «соціального ринкового господарства» знайшло відображення в теоретичних розробках та практичних діях Г. Мюрдала – творця «шведської моделі соціалізму». Вчений дотримувався ідеї соціальної орієнтації економіки держави, на його думку: «Головне в «державі добробуту» – це соціальний захист населення, під яким розуміється система законодавчих, економічних, соціальних і соціально-економічних гарантій, рівні умови для підвищення добробуту за рахунок особистого трудового внеску, економічної самостійності й підприємництва – для працездатного населення, створення відповідного рівня життєзабезпечення для непрацездатних громадян» [2, с. 8].

Поступово ідеї ефективної праці держави та суспільства стали впроваджуватися в суспільне життя. До проблеми соціальної взаємодії звертався Е. Харрінг у своїй праці «Державне управління та інтереси держави». Він відзначав, що для добробуту в країні керівництво держави повинно враховувати інтереси всіх громадян та для

цього застосовувати переговорний процес. Е. Херрінг дотримувався тієї думки, що державні службовці повинні бути посередниками між урядом та населенням країни та вирішувати інтереси всіх груп населення країни [3].

Проблеми взаємодії влади та суспільства торкався у своїх працях М. Вебер, якій висловував наявності невикористовуваних резервів комунікацій влади та суспільства, до яких належать соціальний потенціал та соціальна відповідальність суб'єктів управління. Вихідним поняттям теоретичної моделі стало поняття целераціонального управління, запропоноване М. Вебером [4]. Автором було висунуто припущення про наявність невикористовуваних резервів каналів комунікації, взаємодії суспільства та влади.

На сьогодні досить докладно описані в літературі складові державного управління: соціальна держава, соціальний розвиток, соціальна політика, соціальна сфера, соціальна ефективність, соціальна взаємодія. Поняття соціальної держави включає всі перераховані категорії. На думку В. Скуратівського, соціальна держава вирішує свої завдання через урахування соціальних аспектів суспільного розвитку [5].

Головною метою соціальної держави є ефективність соціального розвитку, сутність якого полягає в досягненні самодостатнього рівня соціодинаміки в суспільстві, усвідомленні та реалізації таких положень: повноцінне відтворення людського потенціалу, соціуму взагалі є прерогативою не тільки держави і владних структур, але й кожного з громадян України, що здійснюється на основі узгодженості соціально значущих інтересів громадян, громадських об'єднань, органів державної влади та місцевого самоврядування [6].

Другий етап полягає у визнанні провідної ролі соціальної взаємодії у соціальній демократичній державі. Цьому процесу присвячено праці О. Лазор, в яких визначено публічне управління як цілеспрямований, організаційний та регулюючий вплив органів публічної влади на стан і розвиток суспільних процесів, свідомість, поведінку та діяльність особи і громадянина з метою досягнення мети та реалізації функцій суспільства, відображених у Конституції та інших нормативно-правових актах [7].

Соціальна взаємодія влади та суспільства спрямована на підвищення рівня добробуту населення країни, що може бути досягнутим на основі ефекту синергії. Це дає можливість реалізації процесів адаптації громадського суспільства (через виникнення у його суб'єктів та їх спільностей нових властивостей, що дозволяють їм пристосовуватися до зміни середовища); гомеостазу (саморегуляції та можливості зберігати сталість внутрішнього стану за допомогою скоординованих реакцій, спрямованих на підтримку динамічної рівноваги), відтворення, тобто безперервного руху та відновлення процесу «виробництва життя» індивідів, їх спільностей та зв'язків між ними.

Зрозуміло, що ефект синергії досягається за умов ефективного функціонування влади та громадського суспільства як єдиної системи. Наведемо приклад: на етапі планування представники громадських груп беруть участь у публічних слуханнях проєктів, ініціюють власні пропозиції та ідеї, впливають на побудову індикативних цілей, визначення пріоритетів діяльності, а також проводять незалежну експертизу. Для кооптації зусиль необхідний доступ до джерельної бази – пропонувані проєкти, об'єктивних статистичних показниками, даними про стан діяльності органу управління, напрямів та галузей. Надання цій інформації залежить від рівня доступу до публічної чи іншого виду інформації, якій забезпечує владний орган. Від дієвості цього процесу і буде залежити ефективність цієї взаємодії

Під поняттям «ефективність» традиційно розуміють будь-яку діяльність, включаючи управлінську, що вважається як продуктивна, результативна. В економічній науці існує поняття економічної ефективності та пропонуються відповідні критерії її оцінки. Поняття ефективності управлінської діяльності, яке зустрічається також і в сучасному менеджменті, може використовуватися при визначенні поняття ефективності публічної влади. Однак слід відзначити, що ці поняття не ідентичні.

Поняття «ефективність публічної влади» має свою специфіку, яка проявляється через модель «вхід – вихід». В основу цієї моделі покладено політична систем та її підсистема – суспільство. Вхідним елементом моделі є вимоги суспільства (добробут населення), які вимагають прийняття відповідних політичних рішень (закони, які спрямовані на підвищення рівня життя населення), також елементами системи є ресурси, якими володіє держава та спрямовує їх на підвищення добробуту населення. Підсумок роботи системи (вихід) це позитивні зміни у рівні та якості життя населення країни.

Складовими системи, згідно з якою формується поняття ефективність влади є політична система. Вона у свою чергу складається з об'єкту та суб'єкту публічного управління, які діють над процесом прийняття рішення відносно соціального розвитку держави з використанням необхідної кількості ресурсів соціального розвитку. Також складовими політичної системи є довіра суспільства, як основний критерій ефективності влади, який формує кінцеву мету керуючого суб'єкту. Саме у політичній системі виникає поняття «повна ефективність» (розв'язання всіх соціальних та політичних проблем) та «часткова ефективність» (вирішення частини проблем).

Влада та суспільство поняття тотожні, суспільство формує владу, а влада встановлює «правила гри» за якими існує суспільство. Взаємодія влади та суспільства процес закономірний та природний, бо без такої взаємодії не було би ні суспільства, ні держави. Діалектична єдність цих понять має свій прояв в процесі державотворення: чим більше розвинуте суспільство тем вищий рівень демократії має публічна влада держави, що в свою чергу

дає змогу діяти владі в інтересах суспільства. При цьому розвиток суспільства і умови його взаємодії з публічною владою залежить від умов, які діють в державі (політичні, правові, економічні та соціальні).

Згідно Енциклопедії сучасної України під громадянським суспільством розуміють «суспільство, в основі якого лежить розгалужена мережа незалежних від держави інституцій, об'єднань та організацій, створених самими громадянами для виявлення й здійснення різних громадських ініціатив, задоволення своїх суспільних потреб та обстоювання колективних інтересів» [8]. Тобто виходячи з наведених понять ефективність соціальної взаємодії влади та суспільства – це результат впливу влади через механізми соціальної взаємодії на суспільство критеріями якого є підвищення рівню життя та покращення якості життя членів суспільства.

І тут варто звернути увагу на те, що процес взаємодії складається з певних елементів, до яких безумовно належить участь суспільства у прийнятті рішень на місцевому, регіональному та державному рівні. Цей процес передбачає пошук ефективних форм громадської участі у прийнятті рішень на принципах участі; довіри; підзвітності та прозорості; незалежності. Ми вважаємо, що процес ухвалення рішень складається з п'яти етапів: формулювання проблеми з визначенням відповідних сценаріїв; складання проекту рішення; прийняття рішення; здійснення рішення; моніторинг виконання рішення.

Поряд з цим, процес залучення представників суспільства до соціальної взаємодії також може відбуватися відповідно до алгоритму, до якого входять: безпосередня участь на етапі розробки проекту; координація та виконання демонстраційних проектів та техніко-економічних обґрунтувань; залучення місцевих експертів для проектної діяльності; організація тематичних заходів та технічних нарад, освітніх та тренінгових заходів; громадські консультації та затвердження процесу стратегічної програми дій; поширення інформації та результатів проекту через документальні відеофільми, друковані видання матеріали та публікації; сприяння діалогу та партнерству між державним та приватним сектором, урядом та громадою; і створення постійних механізмів участі громадян у взаємодії.

Отже, соціальна взаємодія між владою та суспільством може бути складним та динамічним процесом, і його характер може різнитися у різних країнах та культурних контекстах. Така взаємодія відіграє важливу роль у формуванні політичних та соціальних змін та визначає, яким чином суспільство бере участь у прийнятті рішень та управлінні своїм майбутнім. Дієвість процесу взаємодії можна підтвердити через демонстрацію роботи механізмів цієї самої взаємодії влади та суспільства в сучасних умовах державотворення, що буде темою подальшого наукового пошуку.

Висновки

Виходячи з проведеного теоретичного дослідження, ми доходимо думки, що вдосконалення шляхів соціальної взаємодії влади та суспільства означає покращення способів, засобів та механізмів, які дозволяють органам влади та громадянському суспільству взаємодіяти між собою з метою покращення якості життя та підвищення рівня життя населення держави. Це важливий аспект у демократичному суспільстві, де громадяни мають право брати участь в ухваленні рішень, контролювати діяльність органів влади на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях та впливати на формування соціально-економічної політики на всіх рівнях. Удосконалення такої взаємодії включає розробку та покращення існуючих практик для збору думок та пропозицій громадян, проведення суспільних консультацій, створення платформ для діалогу між громадянами та владою, а також забезпечення прозорості та доступності інформації про діяльність органів публічної влади. При цьому основною метою вдосконалення взаємодії влади та суспільства за таких умов має стати створення більш відкритої, відповідальної та реактивної системи соціальної взаємодії, яка враховує інтереси та потреби громадян. Це сприяє зміцненню демократії, підвищенню довіри до влади та більш ефективному вирішенню соціальних та економічних проблем, що дозволить досягнути цілей соціальної держави.

Список використаної літератури

1. Ерхард Л. Добробут для всіх. Київ, 2023. 384 с.
2. Myrdal G. Profiles of world economists *BIATEC*, 2002, Volume X. 6. P. 28-30.
3. Шутенко О.А. Особливості становлення теорії державного управління в США. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України*, 2006, № 4. С. 57-65.
4. Weber M. *Political Writings*. University of Cambridge Press, 1994. 2 p.
5. Скуратівський В., Линдюк О. Соціальна безпека українського суспільства та шляхи її забезпечення. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України*. 2011. № 3. С. 194-204.
6. Діденко Н. Г. Державне управління і соціальне партнерство: актуальні проблеми теорії і практики. Донецьк: Східний видавничий дім. 2007. 404 с.
7. Лазор О.Я. Публічне управління та адміністрування: ретроспектива деяких теоретичних аспектів. *Університетські наукові записки*, 2015, № 56. С. 111-121.
8. Енциклопедія сучасної України. URL: <https://esu.com.ua/>

References

1. Erhard L. (2023) Dobrobut dlia vsikh [Prosperity for all]. Kyiv, 2023. 384 p. [in Ukraine]
2. Myrdal G. (2002) Profiles of world economists. BIAТЕС, 2002, Tom X, 6. pp. 28-30. [in English]
3. Shutenko O. A. (2006, November) Osoblyvosti stanovlennia teorii derzhavnoho upravlinnia v SShA [Peculiarities of the formation of the theory of public administration in the USA] *Visnyk Natsional'noi akademii derzhavnoho upravlinnia pry Prezydentovi Ukrainy*, 2006, no. 4. pp. 57-65. [in Ukraine]
4. Weber, Max. (1994) Political Writings. University of Cambridge Press, 1994. 28 p. [in English]
5. Skurativs'kyi V., Lyndyuk O. Sotsial'na bezpeka ukraïns'koho suspil'stva ta shlyakhy yiyi zabezpechennya [Social security of Ukrainian society and ways of ensuring it.]. *Visnyk Natsional'noyi akademiyi derzhavnoho upravlinnya pry Prezydentovi Ukrayiny*. 2011. №. 3. S. 194-204 [in Ukraine]
6. Didenko N.G. (2007) Derzhavne upravlinnia i sotsial'ne partnerstvo: aktual'ni problemy teorii i praktyky [State management and social partnership: actual problems of theory and practice]. Donetsk: Eastern Publishing House. 2007. 404 p. [in Ukraine]
7. Lazor O. Ya. (2015) Publichne upravlinnia ta administruvannia: retrospektyva deiakyykh teoretychnykh aspektiv [Public management and administration: a retrospective of some theoretical aspect]. *University scientific notes*. 2015. no. 56. pp. 111-121 [in Ukraine]
8. Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy URL [14. Encyclopedia of modern Ukraine]: <https://esu.com.ua/> [in Ukraine]

О. Б. ШКОЛЕНКО

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки та бізнес-технологій
Національний авіаційний університет
ORCID: 0000-0003-2792-1523

Н. М. ШУЛЯР

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки та бізнес-технологій
Національний авіаційний університет
ORCID: 0000-0002-4109-5961

О. Ю. ЧЕРНИШОВ

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки та бізнес-технологій
Національний авіаційний університет
ORCID: 0000-0003-0422-2252

ОСНОВНІ ПРІОРИТЕТИ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БІЗНЕСУ

У статті науково обґрунтовані та визначені основні пріоритети формування стратегії цифровізації бізнесу. Фундаментом визначених пріоритетів авторами окреслені ключові опори, зокрема: необхідність досягнення відповідності профільного законодавства глобальним викликам та можливостям, забезпечення гідних умов для створення ефективної системи цифрових мереж та послуг – це потребує швидкої, безпечної цифрової інфраструктури та формування системи сервіс-контентів, що підтримуються ефективними регуляторними умовами для інноваційно-інвестиційного розвитку, справедливої конкуренції та рівних умов для здійснення бізнесу; максимізація потенціалу зростання цифрового суспільства, яке забезпечується за допомогою е-навичок суспільства, нерівний доступ громадян до цифрових технологій на нових можливостей (цифрові розриви).

Основні пріоритетні напрямки стратегії розвитку цифрової бізнес-екосистеми, які були виділені авторами, включають такі аспекти: зміцнення цифрової інфраструктури, підвищення рівня цифрових навичок, розвиток сфери інформаційно-комунікаційних технологій та впровадження процесу цифровізації в різних сферах життя та економіки.

Доведена роль держави у здійсненні стимулювання формування цифрових кластерів та альянсів через систему податкових пільг та преференцій, створення умов сприятливого регулювання, гармонізацію та уніфікацію стандартів і розробку інноваційних цифрових платформ. При цьому авторами визначена роль держави, як ключового гаранта й фасилітатора розвитку цифрових бізнес-стартапів, що приймає на себе функцію просування цифрової платформи й залучення інноваційних бізнес-структур. Обґрунтовані напрями фокусування державної політики стимулювання стратегії розвитку цифровізації бізнесу з акцентом на: послідовність підходу стратегії цифровізації до політики та управління спектром; забезпечення умов для справжньої стратегії цифровізації шляхом пересилення регуляторної фрагментації, що дозволить економіці країни масштабну, в інтересах ефективних операторів та постачальників послуг мережу та ефективного захисту прав споживачів; забезпечення рівних умов для гравців ринку та послідовне застосування правил; стимулювання інвестицій у широкосмугові мережі та більш ефективну регуляторну інституційну базу.

Ключові слова: стратегія, цифровізація, цифрові технології, інтернет, геоблокування, цифрова інфраструктура, е-навички, мобільні технології (4G, 5G).

О. В. SHKOLENKO

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Economics and Business Technology
National Aviation University
ORCID: 0000-0003-2792-1523

N. M. SHULIAR

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Economics and Business Technology
National Aviation University
ORCID: 0000-0002-4109-5961

O. YU. CHERNYSHOV

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Economics and Business Technology
National Aviation University
ORCID: 0000-0003-0422-2252

MAIN PRIORITIES FOR THE FORMATION OF BUSINESS DIGITALIZATION STRATEGY

The article scientifically substantiates and defines the main priorities of forming a business digitalization strategy. The authors outline the key pillars as the basis of the identified priorities, in particular: the need to achieve compliance of relevant legislation with global challenges and opportunities, providing decent conditions for creating an effective system of digital networks and services this requires a fast, secure digital infrastructure and the formation of a service content system, which are supported by effective regulatory conditions for innovation and investment development fair competition and equal conditions for doing business; maximizing the growth potential of the digital society, which is provided through the e-skills of the society, unequal access of citizens to digital technologies for new opportunities (digital divides).

The main priority directions of the strategy for the development of the digital business ecosystem are classified by the authors as follows: development of digital infrastructure, digital skills, the sector of information and communication technologies, digitization of spheres of life and sectors of the economy.

The proven role of the state in stimulating the formation of digital clusters and alliances through the system of tax benefits and preferences, creation of favorable regulatory conditions, harmonization and unification of standards and development of innovative digital platforms. At the same time, the authors defined the role of the state as a key guarantor and facilitator of the development of digital business startups, which assumes the function of promoting the digital platform and attracting innovative business structures. Reasoned areas of focus of the state policy of stimulating the development strategy of business digitalization with an emphasis on: consistency of digitalization strategy approach to policy and spectrum management; providing the conditions for a true digitalization strategy by overcoming regulatory fragmentation, which will allow the country's economy to have a large-scale network for effective operators and service providers and effective protection of consumer rights; ensuring equal conditions for market players and consistent application of rules; stimulating investments in broadband networks and a more effective regulatory institutional base.

Key words: strategy, digitalization, digital technologies, internet, geoblocking, digital infrastructure, e-learning, mobile technologies (4G, 5G).

Постановка проблеми

Використання цифрових технологій в бізнесі зазвичай сприяє підвищенню його здатності конкурувати, представляючи перспективний напрямок розвитку для всіх учасників, операторів ринку. Оцінка цифрової трансформації економіки країни, фактично, є однією з ключових характеристик, що впливають на аналіз її інвестиційного потенціалу. Варто відзначити, що проблема цифрової трансформації бізнесу наразі є важливою темою для обговорення, особливо питаннями, що стосуються вартості та доступності інтернет ресурсів. Адаптація в період пандемії Covid-2019 та проголошення воєнного стану спричинило важливість використання цифрових технологій для ведення бізнесу в усіх галузях народного господарства. Але використання цифрових технологій в різних регіонах держави є вкрай обмежений, та потребує удосконалення та державної підтримки для подальшого розвитку. Тому дана тема є актуальною та залишається відкритою для дискусії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У різних сферах українського суспільства спостерігаються позитивні прояви впливу процесу цифровізації. Наприклад, на державному рівні застосування цифрових технологій сприяє поліпшенню економічних показників України на міжнародній арені, розширює можливості електронного урядування, сприяє зародженню нових форм бізнесу, полегшує доступ до світових ринків та децентралізує процес ухвалення рішень. Впровадження цифрових технологій має позитивний вплив на функціонування компаній, зокрема зменшує витрати на пошук інформації та маркетинг продукції, скорочує час, необхідний для розробки, впровадження та виведення товарів на ринок, а також сприяє кращому розумінню потреб споживачів.

Загальні аспекти генезису цифрової економіки та розвитку цифрової інфраструктури в сучасному бізнесі розкриті в наукових дослідженнях, як вітчизняних вчених, так і зарубіжних, а саме: Данікова О. В., Січкаренко К. О., О. Marchenko, N. Kraus, K. Kraus та інших науковців, адже дана тематика є дуже актуальною в умовах глобалізаційних процесів економіки в цілому.

Формування мети дослідження

Метою дослідження є обґрунтування основних пріоритетів формування стратегії цифровізації бізнесу та визначення особливостей формування екосистеми розвитку цифрових інновацій і важливість державного стимулювання даних процесів.

Викладення основного матеріалу дослідження

Використання цифрових технологій надає можливість отримувати значні конкурентні переваги для бізнес-структур, зокрема це стосується зростання результативності та конкурентоспроможності, для людей – здобуття нових компетенцій і практичних навичок, для органів державної влади – зростання якості державних послуг споживачам. Максимально ефективний результат від трансформацій в інформаційно-комунікаційній сфері може бути досягнутий лише за умов, коли ці перетворення будуть покращувати бізнес-середовище, вкладати ресурси в освіту та охорону здоров'я громадян, і сприяти професійному управлінню. Країни, які вкладають інвестиції в інноваційні глобальні економічні трансформаційні реформи, здатні отримати цифрові винагороди, що мають прояв у зростанні макроекономічних показників.

Необхідно більш ефективно використовувати розширені можливості, які надають цифрові технології, які не мають територіальних обмежень. Для досягнення цієї мети потрібно розробити та удосконалити законодавство, яке регулює захист авторських прав та захист персональних даних, а також конкуренцію та інші аспекти.

В розрізі створення цифрового ринку необхідно прийняти наступні законодавчі заходи:

- впровадити нові правила щодо захисту персональних даних, щоб забезпечити їх надійний захист.
- здійснити реформу правил телекомунікацій з більшими амбіціями, що відповідають поточним вимогам.
- модернізувати правила авторського права, враховуючи вплив цифрової революції та зміни у поведінці споживачів.

- вдосконалити та спростити правила для споживачів, особливо в контексті он-лайн та покупок.

Це повинно йти поруч із зусиллями щодо покращення цифрових навичок та навчання у суспільстві та підтримку у створенні інноваційних стартапів. Розширене впровадження цифрових технологій та онлайн-сервісів повинно стати всепроникною стратегією, що охопить всі сфери економіки і державного сектору.

Цифрова трансформація суспільства та економіки має супроводжуватися державними програмами цільового спрямування. Згідно з проєктом «Цифрова агенда України – 2020» та «Україна – 2030Е – країна з розвинутою цифровою економікою» трансформація до високого рівня цифровізації ґрунтувалася на досягненні таких основних цілей [4]:

- сприяти росту економіки та залученню інвестицій;
- створити фундамент для перетворення секторів економіки на конкурентоспроможні та продуктивні;
- забезпечити широкий доступ до «цифрових» технологій;
- створювати нові можливості для розвитку людського капіталу, реалізації інноваційних, креативних та «цифрових» індустрій та бізнесу;
- розвинути і захопити світове лідерство щодо експорту «цифрової» продукції та послуг [3].

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) вже не є окремим сектором, а вони стали основою сучасних інноваційних економічних систем. Інтернет і цифрові технології змінюють спосіб життя, суспільство і бізнес, і вони все більше інтегруються в усі галузі економіки.

Ці зміни відбуваються із великою швидкістю, та приносять величезні можливості для інновацій, економіки та суспільства в цілому, а також піднімають складні політичні питання для державних органів управління, які потребують спільних та координованих дій. Провідні країни світу впроваджують національні заходи щодо подолання виникаючих проблем, але оперативні державні заходи мають певні обмеження. Тому, для багатьох питань даного рівня пропонується визначити розроблення стратегії цифровізації, яка є одним із основних пріоритетів на конкурентному ринку.

Стратегія цифровізації – це сукупність стратегічних заходів, спрямованих на забезпечення вільного руху товарів та послуг, людей та капіталу і де індивіди та бізнес-структури мають можливість доступу до здійснення он-лайн – підприємницької діяльності в умовах справедливої конкурентної боротьби та високого рівня захисту споживачів та їх особистих даних, незалежно від їх громадянства чи місця реєстрації, чи проживання. Досягнення стратегії цифровізації забезпечить зростання рівня в сфері цифрової економіки що допоможе українським компаніям розширити свій вплив на міжнародному рівні.

Стратегія цифровізації спрямована на взаємозалежні ключові кроки, що можуть бути впроваджені лише на конкретних рівнях. Кожний з елементів стратегії передбачає необхідність проведення відповідних консультацій та оцінки їх впливу. Стратегія цифровізації ґрунтуватиметься на трьох головних принципах:

- несумісність профільного законодавства з глобальними викликами та можливостями;
- забезпечення гідних умов для створення ефективної системи цифрових мереж та послуг – це потребує швидкої, безпечної цифрової інфраструктури та формування системи сервіс-контентів, що підтримуються ефективними регуляторними умовами для інноваційно-інвестиційного розвитку, справедливої конкуренції та рівних умов для здійснення бізнесу;
- максимізація потенціалу росту цифрового суспільства досягається завдяки розвитку е-навичок всередині суспільства, проте існує проблема нерівного доступу населення до цифрових технологій, що призводить до формування нових можливостей (цифрові розриви).

Впровадження стратегії цифровізації в Україні відкриє нові горизонти для бізнесу, зокрема для підприємців, дозволяючи їм розширювати свою діяльність, як на національному, так і на світовому ринку. Тому, щоб подолати перешкоди для онлайн-торгівлі, необхідно негайно вжити заходів, включаючи усунення відмінностей у договорах та законодавстві про авторські права, зменшення податкового навантаження ПДВ та митних обмежень. Однак, також важливо побудувати довіру споживачів до онлайн-продажів та покупок, в тому числі транскордонних, шляхом надання доступних та якісних послуг доставки посилок. Також в рамках стратегії враховується створення відповідної інфраструктури для електронної комерції та запобігання недобросовісній дискримінації споживачів та бізнес-структур, які намагаються отримати доступ до вмісту або купити товари чи послуги в Інтернеті.

Проте, просто мати загальний набір правил є недостатнім. Додатково, важливо забезпечити швидке, гнучке та послідовне застосування споживчих правил для онлайн покупок, щоб забезпечити їх повну ефективність. Це вимагає перегляду Закону «Про захист прав споживачів» з метою уточнень і розширення повноважень органів виконавчої влади, а також поліпшення координації їх діяльності для контролю цифрового ринку та швидшого виявлення порушень. Крім того, варто створити онлайн-платформу для врегулювання спорів, яка б допомагала у вирішенні конфліктів.

Важливо розробити законодавство, яке встановлює гармонізовані правила для купівлі цифрового контенту в Інтернеті. Водночас цей закон повинен також дозволяти торговцям опиратися на свої національні закони на основі збалансованого набору основних обов'язкових договірних прав України щодо внутрішніх та транскордонних Інтернет-продажів матеріальних товарів.

Геоблокування – це практика, яку використовують комерційні Інтернет-продавці з метою обмеження доступу до веб-сайтів, розташованих у інших країнах. Це може призводити до відмови споживачам в доступі до певних веб-ресурсів, або ж вони можуть мати доступ до сайту, але не можуть здійснити покупку товарів чи послуг. Іноді споживачі можуть бути перенаправлені на місцевий веб-сайт тієї ж компанії, де застосовуються різні ціни або навіть інші товари та послуги. Геоблокування – це один із інструментів, який використовують компанії для сегментації ринків за національними кордонами (територіальні обмеження). Застосування геоблокування обмежує можливості та вибір споживачів, що стає важливою причиною їх незадоволення та сприяє роздробленості внутрішнього ринку.

Геоблокування має стати результативним інструментом одностороннього бізнес-рішення всіх учасників сучасного ринку, узгоджень між суб'єктами конкурентної боротьби щодо поділу на ринок або вертикального узгодження (відповідно до прав стосовно розповсюдження на певній території). Однак, слід зазначити, що ці обмеження на постачання продукції та визначення пропорцій щодо встановлення та розмежування цін можуть бути оптимальними, зокрема, коли підприємцю-продавцю необхідно забезпечити дотримання відповідних юридичних зобов'язань. На жаль, найчастіше геоблокування онлайн не є оптимальним та виправданим. У таких випадках практика геоблокування повинна бути безпосередньо забороненою, щоб споживачі та підприємства змогли за певних умов скористатися перевагами цифрового ринку з точки зору вибору товару чи послуги та доступністю цінового аспекту.

Доречно внести законодавчі пропозиції для припинення необґрунтованого геоблокування. Також слід переглянути нормативно-правові акти, пов'язані з конкуренцією, особливо ті, що регулюють застосування конкурентного законодавства в сфері електронної комерції.

Крім того, стратегія цифровізації повинна базуватися на якісних, надійних, оперативних, доступних мережах та послугах. Створення та впровадження таких мереж та послуг спроможне забезпечити відповідний захист прав споживачів на приватне життя та захист їх особистих даних, а також сформувані сприятливі умови для здійснення інновацій. Саме для цього потрібні міцний, збалансований та динамічний сектор телекомунікацій для реалізації інвестиційно-інноваційного потенціалу, впровадження інноваційних технологій, таких як хмарні сервіси та обчислення, інструменти Big Data, Інтернет. Проте, ринкова потужність деяких онлайн-платформ може викликати занепокоєння, особливо щодо найпотужніших платформ, значення яких стає все більш критичним для інших учасників ринку.

Аналіз показників цифрового розриву може бути здійснений через такі ключові аспекти:

- доступність до інтернет ресурсів (розширення покриття цифрової інфраструктури);
- рівень застосування цифрових технологій;
- частота процесу користування.

З метою забезпечення ефективності цих аспектів необхідно розробити, побудувати та підтримувати відповідну цифрову інфраструктуру. Серед основних стратегічних напрямів розвитку цифрової економіки – розвиток цифрової інфраструктури, розвиток цифрових навичок, розвиток сектору інформаційно-комунікаційних технологій, цифровізація сфер життя та секторів економіки [1].

Цифрова інфраструктура – являє собою комплексну систему технологій, цифрових продуктів та цифрових бізнес-процесів, які мають функціонал, спрямований на реалізацію обчислювальних, телекомунікаційних та мережних можливостей на основі цифровізації.

Цифрова інфраструктура – основа цифрової економіки. На рис. 1. зображено структуру твердої цифрової інфраструктури, на рис. 2 – м’якої цифрової інфраструктури.

Об’єкти твердої інфраструктури забезпечують: широкосмуговий доступ до мережі Інтернет із використанням фіксованих та мобільних технологій (4G, 5G); радіоінфраструктуру (LoRaWan тощо) для проєктів Інтернету речей; громадський доступ до Wi-Fi; віртуальні обчислення (хмарна, або віртуалізована інфраструктура); кібербезпеку. До об’єктів м’якої інфраструктури належать: інфраструктура ідентифікації та довіри (citizen ID, mobile ID, bank ID), відкритих даних, державних послуг (e-government), інтероперабельності, електронної комерції та електронного бізнесу, життєзабезпечення, транзакційно-процесингова інфраструктура, геоінформаційна інфраструктура, блокчейн інфраструктура [5].

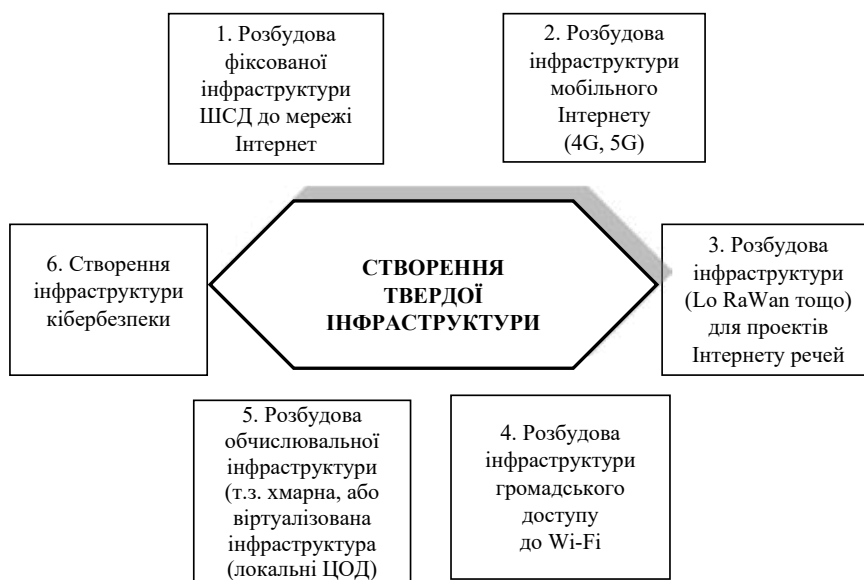


Рис. 1. Тверда цифрова інфраструктура

Джерело: побудовано авторами на основі [4]



Рис. 2. М’яка інфраструктура

Джерело: побудовано авторами на основі [4]

Цифрова інфраструктура та цифрові дані, формують умови та створюють цифрову екосистему розвитку інновацій. При цьому, держава має провідне значення у формуванні як твердої, так і м'якої цифрової інфраструктури. Отримання широкопasmового доступу, що характеризується впровадженням фіксованих, мобільних технологій, такі як 4G та 5G, що повинні стати головним напрямом перспективного розвитку твердої інфраструктури. Оперативність, кількість підключень та масштаби руху даних мають критично пріоритетне значення для сучасної Індустрії 4.0 і сервісів цифрової інфраструктури, в основу яких, покладені інноваційні технології.

Розповсюдження елементів системи цифрової інфраструктури свідчить про об'єктивну потребу розвитку, зокрема, це стосується аналогової інфраструктури інновацій, а саме – кластерів. Кластери синтезують та інтегрують у собі одразу декілька ключових складових екосистеми – R&D-центри, бізнес-лабораторії, бізнес-інкубатори, бізнес-акселератори, освітні заклади, венчурні інвестиційні фонди, інноваційні команди, технології ведення бізнесу, а також бізнес-індустрію. Так, одним з відомих варіантів кластерів – міжгалузеві альянси. Наприклад, Європейський автомобільно-телекомунікаційний альянс. Саме він об'єднує провідних операторів зв'язку, виробників автотранспорту, центри дослідництва, інноваційні бізнес-структури. Крім то, альянс розробляє стратегічні та тактичні рішення для безпілотних автомобілів, що мають можливість автономного водіння.

Держава має можливість здійснювати стимулювання формування кластерів та альянсів через систему податкових пільг та преференцій, створення умов сприятливого регулювання, гармонізацію та уніфікацію стандартів і розробку інноваційних цифрових платформ. Відповідні цифрові платформи забезпечують розширення співпраці між секторами національної економіки та бізнес-структурами, що реалізують повний функціонал взаємодії корпоративних структур та стартапів. Держава тут є гарантом й фасилітатором, сприяє стартапам у формуванні та систематизації угод, приймає на себе функцію просування цифрової платформи й залучення інноваційних бізнес-структур. Прикладом ефективного функціонування є європейська платформа відкритих інновацій Startup, фінансування якої забезпечує Європейська комісія.

Мережі ІКТ (інформаційно-комунікаційні технології) є фундаментальною основою для розвитку цифрових продуктів та послуг, які мають потенціал впливати на всі сфери нашого життя і сприяти економічному відновленню України. Функціонуючі ефективно ринки дозволяють забезпечити доступ до якісної фіксованої та бездротової широкопasmової інфраструктури за помірними, доступними цінами. Сполучення адаптації телекомунікаційних правил України з застосуванням конкурентних правил сприяло зміцненню конкурентоспроможності ринків, що привело до зниження цін та покращення якості послуг для споживачів і бізнесу. Ефективна конкуренція є ключовим каталізатором інвестицій у телекомунікаційні мережі.

На сьогоднішній день сектор інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) дійсно переживає структурні зміни, а також стикається з проблемами, такими як ізолюваність національних ринків, недостатньою регуляторною узгодженістю та передбачуваністю по всій Україні, особливо щодо використання радіочастотного спектру, а також нестачею інвестицій, саме у сільських районах. Ці проблеми не можуть бути повністю вирішені просто в рамках поточних дискусій щодо стратегії цифровізації.

З метою зміцнення цього сектора необхідно провести перегляд існуючого законодавства та внести в нього необхідні зміни. Важливим кроком є прийняття пакету законів про єдиний ринок телекомунікацій, який встановить чіткі та гармонізовані правила стосовно нейтралітету мережі та забезпечить остаточне припинення доплати за роумінг, зокрема за передачу даних. Це сприятиме створенню однакових умов доступу до телекомунікаційних послуг для всіх громадян та бізнесу незалежно від їх географічного розташування.

Дійсно, уряду варто розглянути можливість зробити конкретні пропозиції щодо узгодженого випуску смуги 700 МГц для оптимального використання її потенціалу. Смуга 700 МГц відома своєю великою проникливістю та здатністю передавати сигнали на великі відстані, що дозволяє забезпечити широкопasmовий доступ до Інтернету, особливо в сільській місцевості.

При розгляді цієї ініціативи також важливо враховувати потреби аудіовізуального розповсюдження засобів масової інформації, так як ця смуга також може бути використана для передачі теле-, та радіохвиль.

Правильно спланований випуск смуги може дозволити вирішити обидві ці задачі – забезпечити широкопasmовий доступ до Інтернету у сільській місцевості та забезпечити потреби аудіовізуального мовлення.

Однак при реалізації цієї ініціативи також важливо враховувати технічні, регуляторні та економічні аспекти, а також забезпечити відкритість процесу прийняття рішень та врахування інтересів різних сторін, включаючи операторів мереж, мовних компаній та інших зацікавлених сторін.

Широкопasmовий доступ до Інтернету (ШСД) подано в табл. 1 [4].

Таблиця 1

Бачення UIF щодо параметрів послуги ШСД

Рік	2020E	2022E	2025E	2030E
Швидкість передавання даних Мбіт/сек	30	50	100	1000

Джерело: «Україна 2030E – країна з розвинутою цифровою економікою» [4]

В Україні значна частка користувачів Інтернетом. У 2022 році 78% населення використовували Інтернет щодня, 82% – бодай раз на тиждень. Міністерство цифрової трансформації України має за мету до 2024 року реалізувати такі показники: частка населення, головних автошляхів та соціальних об'єктів, які мають покриття швидкісним Інтернетом – 95%; доступність публічних онлайн послуг для громадян та бізнесу – 100%; частка ІТ сектора у ВВП країни – 10% [2].

Проте необхідно внести більш глибокі зміни в управління та регулювання радіоспектра, враховуючи його важливе значення для забезпечення зв'язку. Наприклад, сповільнений і досі незавершений випуск частоти 800 МГц (початкового діапазону «цифрового дивіденду» для бездротового широкосмугового зв'язку) перешкоджає впровадженню мобільних мереж 4G та використанню смартфонів, сумісних з цим діапазоном.

У наступному десятилітті «П'яте покоління» телекомунікаційних систем, відоме як 5G, стане ключовою складовою нашої цифрової економіки та суспільства. Україна вже здійснила значний прогрес у сприянні глобальним тенденціям у цій стратегічній технології. Майбутня інфраструктура 5G підтримуватиме широкий спектр застосувань в різних секторах, таких як професійне використання (зокрема підключена автоматизована мобільність, електронне здоров'я, енергетичне управління, а можливо, навіть програми безпеки) [6].

Технологія 5G буде «очима і вухами» для системи штучного інтелекту, адже забезпечить можливість збору та аналізу даних у реальному часі. У той же самий момент, вона трансформує концепцію «хмари» до нового рівня, дозволяючи розподілити розрахунки та зберігання даних по всій інфраструктурі (крауд-комп'ютерні ресурси, мобільні крайові обчислення).

«Шосте покоління» 6G вже розпочалося, навіть до того, як мережі 5G встигли отримати широке поширення. В умовах стрімкого технологічного розвитку китайські вчені та компанії активно займаються вивченням та розробкою нових поколінь мобільних мереж. Однією з ключових особливостей мережі 6G, є «загальна машинізація». Це відноситься до концепції «інтернету речей», де мільйони пристроїв можуть комунікувати один з одним та взаємодіяти з мінімальною участю людей. У майбутньому мережа 6G може змінити спосіб, яким ми взаємодіємо з технологіями та іншими людьми, відкриваючи нові можливості для інновацій та розвитку різних галузей.

Але наразі перспективним для України є впровадження телекомунікаційних систем 5G, адже в деяких населених пунктах існує доступ лише 3G.

Більше того, в мережах фіксованої лінії спостерігається обмежена, але важлива «інфраструктурна конкуренція», за винятком областей з високою густотою населення, де вже існують кабельні мережі. Є необхідність у більш простому та пропорційному регулюванні для тих сфер, де інфраструктурна конкуренція з'явилася на регіональному чи національному рівні. Важливо сприяти розгортанню потужних мереж, зберігаючи ефективну конкуренцію та адекватне врахування ризиків. Питанням є те, як покрити найбільш віддалені території та реалізувати цілі, які є важливими для громадського інтересу, такі як забезпечення високошвидкісного зв'язку для шкіл, університетів та дослідницьких центрів.

Оператори телекомунікацій змагаються за клієнтів із послугами, які все частіше використовуються кінцевими користувачами як альтернатива традиційним електронним засобам зв'язку, наприклад, голосова телефонія, проте ці послуги не підлягають однаково регулятивному контролю. В рамках перегляду правил телекомунікацій будуть розглянуті можливості забезпечення рівних умов для учасників ринку, пропорційно їхній конкурентоспроможності надання конкуруючих послуг, а також вирішення довгострокових потреб України у зв'язку.

Висновки

На думку авторів, уряду потрібно запропонувати широкомасштабне вдосконалення регуляторної основи телекомунікацій, зосереджуючись на таких аспектах:

- 1) розвиток цифрової стратегії з позиції політики та спектрального управління, забезпечуючи послідовний підхід до впровадження стратегії цифровізації;
- 2) створення сприятливих умов для реалізації цілісної стратегії цифровізації шляхом подолання фрагментації регуляторного середовища. Це дозволить створити масштабне поле для діяльності ефективних операторів мережі та постачальників послуг, забезпечуючи водночас ефективний захист прав споживачів;
- 3) забезпечення рівних умов для всіх гравців ринку та систематичне дотримання регулятивних норм;
- 4) залучення інвестицій у розвиток широкосмугових мереж, що відіграють ключову роль у цифровій трансформації;
- 5) покращення ефективності регуляторної та інституційної бази для більш дієвого управління сферою телекомунікацій.

Загальнонаціональний стратегічний план розвитку широкосмугового доступу до Інтернет-ресурсів повинен охоплювати індикатори та параметри покриття широкосмуговим доступом до Інтернет-ресурсів всієї території держави; систему вимог технічного характеру до послуг широкосмугового інтернет-доступу; сучасні моделі впровадження та ефективного використання наявних у державі інфраструктур (магістралі автомобільних та залізничних доріг, газопроводи, лінії електропередачі) для розвитку мереж телекомунікацій, ініціативи та бізнес-проекти щодо покращення системи організації надання послуг широкосмугового інтернет-доступу для адміністративно-територіальних одиниць, громад, домогосподарств та об'єктів соціальної інфраструктури.

Особливо доцільно окреслити необхідні моделі покриття, моделі та механізми забезпечення активізації інвестиційної діяльності операторів сучасного ринку, а також інструменти механізму формування попиту та потреб у громадян щодо якісного одержання послуг широкосмугового Інтернет-доступу.

Особлива прискіплива увага до широкосмугового Інтернет-доступу повинна охоплювати сільські території, приєднання яких до інтернет-мереж сформує нові переваги (онлайн-навчання дітей, одержання послуг сучасного медичного обслуговування, розширить можливості здійснення електронної комерції) та дозволить перенести переваги міста на рівень сільської місцевості. Інтернет-доступ формує для сільських громад інноваційні можливості економічного та соціального розвитку. Впровадження та реалізація комплексної стратегічної політики цифровізації, створення попиту на послуги широкосмугового інтернет-доступу, спільні партнерські зусилля держави та представників бізнес-структур у напрямку перспективного розвитку інфраструктурних об'єктів приєднання до широкосмугового інтернет-доступу забезпечать подолання цифрового розриву та будуть додатковим поштовхом для розвитку і благополуччя сільських територіальних громад. Процес цифровізації сільської місцевості та їх мешканців забезпечить прискорення розвитку сільського господарства, створить нові робочі місця, скоротить міграційні процеси сільських мешканців до великих міст.

Отже, застосування цифрових технологій має велике значення не лише для підвищення продуктивності економіки, але й для створення цифрового суспільства, яке може сприяти підвищенню життєвого рівня громадян шляхом розширення можливостей для самовдосконалення, самореалізації, відновлення робочої активності та розвитку електронної комерції. Поняття цифрової економіки в Україні охоплює господарський сектор, де всі матеріальні та нематеріальні цінності створюються, розподіляються та споживаються завдяки використанню інформаційно-комп'ютерних технологій, які перетворюють процес отримання інформації завдяки використанню передових технологічних засобів, використання інновацій з метою досягнення відповідних економічних та суспільних цілей.

Список використаної літератури

1. Даніков О. В., Січкаренко К. О. Концептуальні засади цифровізації економіки України. *Інфраструктура ринку*. Випуск 17, 2018. С. 73–79. URL: http://www.market-infr.od.ua/journals/2018/17_2018_ukr/15.pdf (дата звернення: 06.08.2023)
2. Міністерство цифрової трансформації України. Цілі до 2024 року. URL: <https://thedigital.gov.ua/ministry> (дата звернення: 06.08.2023)
3. Цифрова адженда України – 2020 (Цифровий порядок денний – 2020). URL: https://uccr.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf?__cf_chl_tk=y63DLEdKTfqEwFdzNUgEXVdz3cwwdbbxFGxpxgd4SBQ-1691692003-0-gaNycGzNDuU (дата звернення: 08.08.2023)
4. Україна – 2030E – країна з розвинутою цифровою економікою. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> (дата звернення: 10.08.2023)
5. Marchenko O., Kraus N., Kraus K. The impact of servation on the results of economic digital entrepreneurship activities. Ukraine in the context of global and national modern servisation processes and digital economy: monograph. Praha : OKTAN PRINT, 2020, 265 p.
6. Shaping Europe's digital future. 5G for Europe's Digital and Green Recovery. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/5g-europes-digital-and-green-recovery> (дата звернення: 08.08.2023)

References

1. Dannikov, O.V., Sichkarenko, K.O. (2018). Kontseptual'ni zasady tsyvrovizatsiyi ekonomiky Ukrayiny [Conceptual bases of digitalization of economy of Ukraine]. *Infrastruktura rynku* [Market infrastructure]. vol. 17, pp. 73-80. Available at: http://www.market-infr.od.ua/journals/2018/17_2018_ukr/15.pdf (Accessed 06 August 2023).
2. Ministerstvo tsyvrovoyi transformatsiyi Ukrayiny. Tsili do 2024 roku [Ministry of Digital Transformation of Ukraine. Goals until 2024]. Available at: <https://thedigital.gov.ua/ministry> (Accessed 06 August 2023).
3. Tsyfrova adzhenda Ukrainy – 2020 (Tsyfrovyi poriadok denniy – 2020). [Digital Agenda of Ukraine – 2020.] Available at: https://uccr.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf?__cf_chl_tk=y63DLEdKTfqEwFdzNUgEXVdz3cwwdbbxFGxpxgd4SBQ-1691692003-0-gaNycGzNDuU (Accessed: 08 August 2023).
4. Ukraina – 2030E – kraina z rozvynutoiu tsyvrovoiu ekonomikoiu. [Ukraine – 2030E – a country with a developed digital economy]. Available at: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> (Accessed: 10 August 2023).
5. Marchenko O., Kraus N., Kraus K. (2020). The impact of servation on the results of economic digital entrepreneurship activities. Ukraine in the context of global and national modern servisation processes and digital economy: monograph. Praha: OKTAN PRINT, 265 p.
6. Shaping Europe's digital future. 5G for Europe's Digital and Green Recovery. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/5g-europes-digital-and-green-recovery> (Accessed: 10 August 2023).

Я. С. ЯКУБОВСЬКИЙ

аспірант кафедри управління та адміністрування
КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти»
ORCID: 0009-0002-0431-0017

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ТРАНСФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГРОМАДЯНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА В ДЕРЖАВІ

У даній роботі проведені теоретичні дослідження в контексті формування моделі трансформації громадянського суспільства, що є безперервним і динамічним процесом, який змінюється від одного суспільства до іншого. Дослідження доводить, що формування зазначеної моделі відбувається під впливом унікальних історичних, політичних, соціальних та культурних факторів, які впливають на громадянське суспільство та вимушують його розвиватися, згідно засад демократичного врядування, соціальної справедливості та прав людини. Визначено базові елементи трансформації громадянського суспільства в Україні, до них віднесено: зміни політичних процесів, які полягають у зміцненні демократії, правової держави та суспільного розвитку; підвищення громадянської активності через доручення громадян до різних громадських рухів, волонтерських організацій і проектів, спрямованих на допомогу пораненим військовим, біженцям та ветеранам; медіа та інформаційний простір, який став ключовим інструментом для формування громадської думки і мобілізації громадян; соціокультурні зміни, які спрямовані на національну ідентичність та сприяють підвищенню рівня патріотизму; міжнародна підтримка, яка складається з отриманням допомоги від міжнародних партнерів у військовому, гуманітарному та економічному відношенні.

На основі досліджень закордонних та вітчизняних науковців виявлені основні складові сучасній моделі громадянського суспільства. В дослідженні визначено, що до складових української моделі необхідно віднести: соціальний капітал, засади демократії та правової держави, розвиток спільнот і глобальну інтеграцію. Підсумком дослідження є твердження, що результативність та ефективність трансформації моделі громадянського суспільства залежить від дієвості зазначених складових моделей, що визначається на основі нормативно-правового забезпечення та реалізації організаційних інструментів публічного управління.

Ключові слова: громадянське суспільство, трансформація, модель громадянського суспільства, соціальний капітал, демократія, свобода, закон.

YA. S. YAKUBOVSKYI

Postgraduate Student at the Department of Management and Administration
Public Higher Educational Establishment
“Vinnytsia Academy of Continuing Education”
ORCID: 0009-0002-0431-0017

THEORETICAL APPROACHES TO FORMING TRANSFORMATION MODEL OF CIVIL SOCIETY IN THE STATE

In this work, theoretical studies were conducted on the formation of a model transformation of civil society, which is a continuous and dynamic process that changes from one society to another. The study proves that the formation of the specified model takes place under the influence of unique historical, political, social and cultural factors that influence civil society and force it to develop, according to the principles of democratic governance, social justice and human rights. The basic elements of the transformation of civil society in Ukraine are defined, they include: changes in political processes, which consist in strengthening democracy, the rule of law, and social development; increasing civic activity through the assignment of citizens to various social movements, volunteer organizations, and projects aimed at helping wounded military personnel, refugees, and veterans; media and information space, which has become a key tool for forming public opinion and mobilizing citizens; sociocultural changes aimed at national identity and contribute to increasing the level of patriotism; international support, which consists of receiving assistance from international partners in military, humanitarian and economic terms.

Based on the research of modern foreign scientists, the main components of the modern model of civil society have been identified. The study determined that the components of the Ukrainian model should include: social capital, the principles of democracy and the rule of law, community development, and global integration. The conclusion of the study is the statement that the effectiveness and efficiency of the transformation of the post-war model of civil society depends on the effectiveness of the specified component models, which is determined on the basis of regulatory and legal support and the implementation of organizational tools of public administration.

Key words: civil society, transformation, civil society model, social capital, democracy, freedom, law.

Постановка проблеми

Події, які відбуваються в Україні під впливом військової агресії з боку російської федерації вимагають не лише відновлення економіки держави, а перш за все побудову новий моделі громадянського суспільства України, що дозволить сформуванню демократичній та здатній до ефективного розвитку соціуму. Трансформаційні перетворення громадянського суспільства в повоєнний період є складним і багатограним завданням, яке потребує ретельного дослідження існуючих моделей та формування власної української моделі, яка буде включати такі складові як соціальний капітал, демократія і правова держава, розвиток спільнот і глобальна інтеграція. Результативність та ефективність такої моделі буде залежить від спільних зусиль держави, громадянського суспільства та міжнародних партнерів.

Принагідно зауважимо, що трансформація громадянського суспільства стосується процесу фундаментальних змін всередині громадянських і соціальних організацій суспільства, інститутів і норм, під впливом внутрішніх так зовнішніх факторів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питання формування громадянського суспільства, а також взаємодії інститутів громадянського суспільства з державою досліджували такі науковці як А. Ващенко, О. Власюк, О. Вольська, М. Гурицька, І. Лопушинський, В. Рихлік, В. Філіппова, Ю. Шмига та інші. Проте пошук напрямів формування громадянського суспільства потребує більш детального теоретичного осмислення практичних аспектів необхідності трансформації української моделі громадянського суспільства, що і зумовило актуальність обраної теми.

Формування мети дослідження

Опираючись на існуючі теоретичні дослідження визначити складові моделі повоєнної трансформації громадянського суспільства держави, які будуть сприяти її результативності, ефективності та дієвості.

Викладення основного матеріалу дослідження

Як показує аналіз наукових джерел, громадянське суспільство є об'єктом дослідження широкого кола науковців, які розглядали громадянське суспільство з різних позицій та думок. Так Д. Батлер досліджувала взаємозв'язок між громадянським суспільством і питаннями ідентичності. У своїх дослідженнях авторка наголошує про дієвість суспільства тільки в тому випадку, коли вся його дія спрямована на розвиток ідентичності його членів [1, 2]. У продовження дослідження цього напрямку, Н. Фрайзер у своїх наукових працях розширює положення теорії соціальної справедливості, досліджуючи механізми розвитку ідеї негативного впливу соціальної нерівності на індивідів та групи [3].

Питання розвитку громадського суспільства також вирішує у своїх дослідженнях Ф. Фукуяма. Відомий дослідник актуалізує ідею завершення боротьби за ідеологічну перевагу, що призведе до формування нового громадянського суспільства [4]. Серед іншого, заслуговує уваги його позиція відносно подій в Україні, які він розглядає як можливість ефективного реформування українського суспільства «згори до низу» [5, 6].

Далі при побіжному розгляді зарубіжних робіт можна відмітити дослідження А. Сена, який детально розглянув питання соціальної справедливості, включаючи роль громадянського суспільства у боротьбі з бідністю при цьому він не дуже наполягав на роль органів влади у формування громадянського суспільства.

Також варто зробити акцент на працях А. Мак Інтайр та А. Еціоні, які згадує Н. Фрайзер. Проведений дослідником аналіз засвідчив, що автори пропонують вирішувати проблеми громадянського суспільства за допомогою формування системи цінностей та етичних норм [3].

Вітчизняна наука також опікується дослідженнями теми громадянського суспільства. Так, питанню формування національної моделі громадянського суспільства приділяє увагу Б. Андришок [7, с. 4], який вважає події помаранчевої революції початковим етапом формування активної громадянської позиції українського суспільства, як незалежного політичного суб'єкта, що визначається певними стандартами політичної поведінки і культури, які додали до політичного процесу справжні громадянські, демократичні цінності і моделі.

Формуванню громадського суспільства через призму профспілок присвятив свої дослідження В. Цвих. Автор доводить важливість процесу формування активної громадянської позиції у професійних колективах сучасних підприємств [8].

Ми поділяємо погляди О. Власюка, який досить докладно виділяє сутність рис українського соціуму, що впливають на громадянське суспільство. До таких автор відносить етнічні, економічні, культурні, духовні, наукові, ресурсні риси [9].

Також, при аналізі останніх досліджень та публікацій пов'язаних з формуванням української моделі варто зазначити думку М. Гурицької, В. Рихлік та Ю. Шмига, які підкреслюють необхідність формування сучасної моделі громадянського суспільства, що буде діяти на принципах демократії, справедливості, співпраці суспільства та влади [10, с. 55].

Взагалі, на думку А. Ващенка, під моделлю слід розуміти спрощення або абстрактне уявлення реального об'єкту, системи, процесу або явища, котра створюється з метою дослідження, аналізу, пояснення або передбачення реальних явищ або процесів. [11, с. 25]. З приводу цього, формування моделі громадянського суспільства

буде спрямовано на усвідомлення її абстрактного визначення. Іншими словами, завдання полягає в тому, щоб з'ясувати складові, ефективна взаємодія яких приведе до результативності та дієвості моделі. З приводу цього, дослідимо існуючі моделі громадянського суспільства.

Перша модель, риси якої можна застосувати до української моделі є модель «соціального капіталу». Зазначена модель найбільш розповсюджена, вона базується на ідеї, що суспільство має ресурси у вигляді взаємовідносин, довіри і спільної діяльності, які можна мобілізувати для соціального розвитку. Ядром її є соціальний капітал, розвиток якого стимулюється державою та бізнесом.

Друга модель демократії та правової держави можна застосувати до трансформаційних перетворень, тому що вона розглядає механізм створення ефективних і незалежних від влади інституцій, діяльність яких спрямовується на зміцнення громадянського суспільства. Зазначена модель представляє собою два ключові підходи до організації і функціонування сучасного суспільства і політичної системи, які ґрунтуються на демократичних принципах та суспільних цінностях, що застосовуються у багатьох сучасних демократичних державах.

Наступна модель спрямована на розвиток спільнот та полягає у підтримці з боку владних структур, місцевих ініціатив, спільнотних груп і організацій, які мають здатність самостійно приймати рішення і вирішувати проблеми на рівні спільноти. Модель знайшла свого застосування на локальному рівні управління.

Четверта модель це модель глобальної інтеграції, яка передбачає активну участь держави у міжнародних організаціях і міжнародних проектах, що сприяють обміну досвідом і ресурсами для підвищення стабільності і розвитку.

На основі дослідження існуючих моделей громадянського суспільства можемо побудувати абстрактну модель (рис. 1), основним складовими якої є блоки:

- перший блок – центральним елементом зазначеної моделі є громадянин, які є основними учасниками і акторами в цій моделі;
- другий блок моделі це: громадські організації, активісти, волонтери, громадські форуми тощо;
- зв'язуючи блоком є взаємодія, співпраця та партнерства між різними групами громадянського суспільства;
- динамічність моделі демонструють різні способи участі громадян у громадянському суспільстві, такі як голосування, акції, петиції тощо;
- основою моделі є система громадських цінностей, які формуються на принципах демократії, співпраці, захисту прав людини та свободі слова.

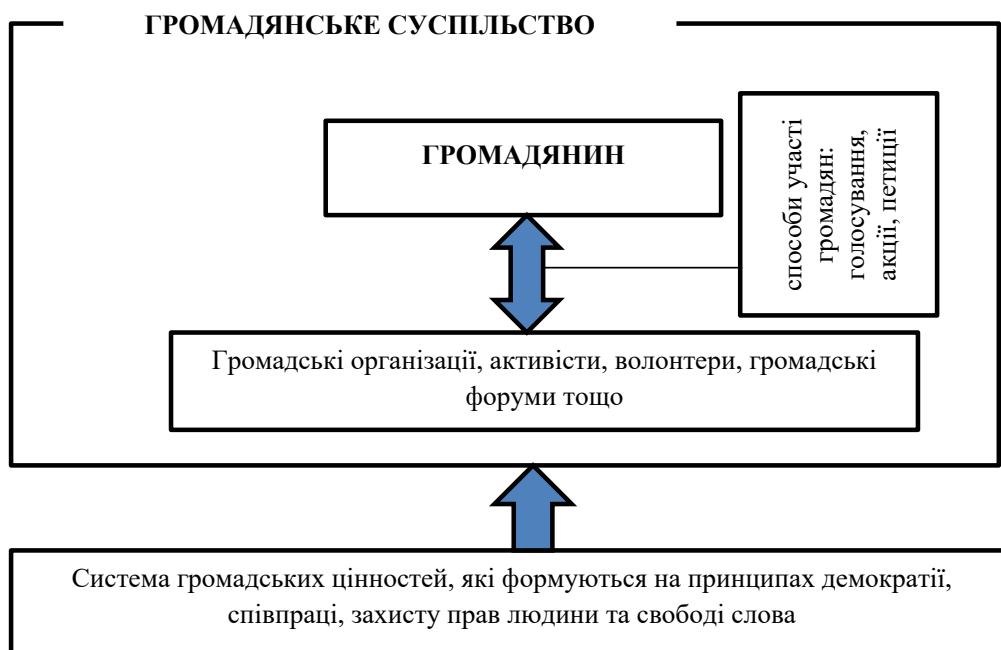


Рис. 1. Абстрактна модель громадянського суспільства.

Отже, вважаємо що основна сутність громадянського суспільства полягає у забезпеченні прав та свобод громадян з боку інституційної складової сучасної системи публічного управління. Це служить наочним доказом, що центральне місце у будь якій моделі займає громадянин, якому держава гарантує захист його прав та свобод.

Українська модель громадянського суспільства повинна бути трансформована та включати в себе такі складові як:

- розвиток соціального капіталу, якій дозволить сформувати дієвого активного громадянина з чіткою громадянською свідомістю, що буде основою для розбудови моделі повоєнної трансформації;
- розвиток демократії та захист прав громадян, який дозволить удосконалити існуючу систему захисту та дотримання принципу демократії та правової держави;
- розвиток спільнот буде спрямований на розробку дієвого механізму підтримки громадськості на державному, регіональному та локальному рівні, та буде сприяти активному залученню членів громадянського суспільства до прийняття рішень на всіх рівнях публічного управління;
- розвиток глобальної інтеграції дозволить ввести політику прозорості та активної участі українського громадянського суспільства у вирішенні проблем глобального характеру.

Отже, результативність та ефективність української моделі громадянського суспільства будуть залежить від дієвості зазначених складових, яка полягає у створенні необхідного нормативно – правового підґрунтя та організаційних інструментів, які допоможуть забезпечити функціонування складових моделі, що дозволить кожному члену суспільства жити на основі демократичних засад правової держави.

Висновки

Враховуючи викладене, можна стверджувати, що трансформація громадянського суспільства є безперервним і динамічним процесом, який змінюється від одного суспільства до іншого. Його формують унікальні історичні, політичні, соціальні та культурні фактори кожної країни чи регіону. Оскільки громадянське суспільство продовжує розвиватися, його роль у формуванні демократичного врядування, соціальної справедливості та прав людини залишається життєво важливою. Виходячи з цього, формування моделі повоєнної трансформації громадянського суспільства держави є складним і багатограним завданням, вирішення якого дозволить створити дієве та демократичне громадянське суспільство. Врахування таких складових, як соціальний капітал, демократія і правова держава, розвиток спільнот і глобальна інтеграція, може сприяти успішній трансформації та відновленню громадянського суспільства після війни. При цьому успіх такої трансформації вимагає спільних зусиль держави, завдяки застосуванню механізмів трансформації, громадянського суспільства через усвідомлення кожного члена суспільства важливості своєї громадянської позиції та міжнародних партнерів, які своїми діями будуть сприяти позитивним трансформаційним змінам українського громадянського суспільства.

Список використаної літератури

1. Батлер Дж. Перформативність, прекарність та сексуальна політика. Образ, тіло, порядок. Гендерні дослідження в міждисциплінарному спектрі : антологія. Пер. з англ. та нім.; за ред. К. Міщенко, С. Штретлінг. Київ : Медуза, 2014. 210 с.
2. Butler, J. Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity. New York: Routledge. 2004. 272 p.
3. Fraser N. Recognition without Ethics? Theory, Culture and Society. 2001. No 2-3. P. 43-55.
4. F. Fukuyama The End of History and the Last Man. Free Press. 1992. 215 p.
5. Френсіс Фукуяма розповів, як Україна може використати вразливість росії URL: <https://www.radiosvoboda.org/>
6. Україна є джерелом натхнення для всього вільного світу URL: [https://www.pravda.com.ua/\(accessed 12 September 2023\)](https://www.pravda.com.ua/(accessed 12 September 2023))
7. Андрусюк Б. 17 днів, які потрясли світ. Громадянське суспільство як реальність. Голос України. 2005. № 12, С. 4.
8. Цвих В. Ф. Профспілки у громадянському суспільстві: теорія, методологія, практика. К. ВПЦ «Київський університет», 2002. 376 с.
9. Власюк О.С., Крисаченко В.С., Степико М.Т. Український соціум. К.: Знання України, 2005 р. 235 с.
10. Гурицька М. С., Рихлік В.А., Шмига Ю.І. Особливості становлення громадянського суспільства та інформаційного суспільства в сучасній Україні. Гілея: науковий вісник. 2019. Вип. 146(3), С. 54-59.
11. Ващенко А. Моделі взаємодії громадянського суспільства та держави в концепціях представників англо-американських представників політичної традиції. Політичні інститути та процеси. 2018. Випуск 4, С. 25-32.
12. Дугінець Г., Ніжейко К. Роль української громадянської платформи у протистоянні російській пропаганді в ЄС. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. «Міжнародний історичний досвід повоєнної реконструкції економіки: уроки для України». Київ, 2023 р. 125 с. URL: <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/Mizhnar-istor-dosvid-povojen-rekonstrukcii-uroky-dla-Ukrainy.pdf/>
13. Новак І. Роль соціального діалогу в повоєнному відновленні гідної праці. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. «Міжнародний історичний досвід повоєнної реконструкції економіки: уроки для України» Київ, 2023 р. 125 с. URL: <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/Mizhnar-istor-dosvid-povojen-rekonstrukcii-uroky-dla-Ukrainy.pdf/>
14. Громадянське суспільство України: реалії та пошук ідеальної моделі розвитку URL: <https://gurt.org.ua/articles/10301>

References

1. Butler J. (2014) *Performatyvniŭ, prekarniŭ ta seksual'na polityka. Obraz, tilo, poriadok. Henderni doslidzhennia v mizhdystsyplinarnomu spektri : antolohiia*. Per. z anhł. ta nim.; za red. K. Mischenko, S. Shtretlinh [Performativity, precarity and sexual politics. Image, body, order. Gender studies in the interdisciplinary spectrum: an anthology.]. Kyiv, Meduza, 2014. 210 p. [in Ukraine]
2. Butler, J. (2004) *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*. New York, Routledge, 2004. 272 p. [in English]
3. Fraser N. (2001) Recognition without Ethics? Theory, Culture and Society. 2001, no. 2-3. pp. 43-55. [in English]
4. F. Fukuyama (1992) *The End of History and the Last Man*. New York, Free Press, 1992. 215 p. [in English]
5. Frensis Fukuiama rozpoviv, iak Ukraina mozhe vykorystaty vrazlyvist' rosii [Francis Fukuyama told how Ukraine can use Russia's vulnerability] URL://www.radiosvoboda.org/ [in Ukraine]
6. Ukraina ie dzherelom natkhnennia dlia vs'oho vil'noho svitu [Ukraine is a source of inspiration for the entire free world] URL: <https://www.pravda.com.ua/> [in Ukraine]
7. Andresyuk B. (2005) 17 dnev, iaki potriasly svit. Hromadians'ke suspil'stvo iak real'nist' [17 days that shook the world. Civil society as a reality]. *Holos Ukrainy*. 2005, no. 12. p. 4. [in Ukraine]
8. Tsvih V. F. (2003) *Profspilky u hromadians'komu suspil'stvi: teoriia, metodolohiia, praktyka* [Trade Unions in Civil Society: Theory, Methodology, Practice] K, Kyiv University of Ukrainian Orthodox Church, 2002. 376 p. [in Ukraine]
9. Vlasyuk O.S., Krysachenko V.S., Stepiko M.T. (2005) *Ukrains'kyj sotsium* [Ukrainian society]. K.: Knowledge of Ukraine, 2005. 235 c. [in Ukraine]
10. Hurytska M.S., Ryhlik V.A., Shmyga Y.I. (2019) *Osoblyvosti stanovlennia hromadians'koho suspil'stva ta informatsijnoho suspil'stva v suchasnij Ukraini* [Peculiarities of the formation of civil society and information society in modern Ukraine] *Hileia: naukovyj visnyk*, 2019, no 146(3). pp. 54-59. [in Ukraine]
11. Vashchenko A. (2018) *Modeli vzaiemodii hromadians'koho suspil'stva ta derzhavy v kontseptsiiakh predstavnykiv anhlo-amerykans'kykh predstavnykiv politychnoi tradytsii*. [Models of interaction between civil society and the state in the concepts of representatives of the Anglo-American political tradition]. *Politychni instytuty ta protsesy*, 2018, no 4. pp. 25-32. [in Ukraine] DOI 10.24195/2414-9616-2018-4-25-31
12. Duginets G., Nizheyko K. (2023) *Rol' ukrains'koi hromadians'koi platformy u protystoianni rosijs'kij propahandi v YeS* [The role of the Ukrainian civil platform in opposing Russian propaganda in the EU] *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. «Mizhnarodnyj istorychnyj dosvid povoiennoi rekonstruktsii ekonomiky: uroky dlia Ukrainy»* Kyiv, 2023. 125 p. URL: <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/Mizhnar-istor-dosvid-povojen-rekonstrukcii-uroky-dlia-Ukrainy.pdf> / [in Ukraine]
13. Novak I. (2023) *Rol' sotsial'noho dialohu v povoiennomu vidnovlenni hidnoi pratsi*. [The role of social dialogue in the post-war restoration of decent work] *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. «Mizhnarodnyj istorychnyj dosvid povoiennoi rekonstruktsii ekonomiky: uroky dlia Ukrainy»* Kyiv, 2023. 125 p. URL: <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/Mizhnar-istor-dosvid-povojen-rekonstrukcii-uroky-dlia-Ukrainy.pdf> [in Ukraine]
14. *Hromadians'ke suspil'stvo Ukrainy: realii ta poshuk ideal'noi modeli rozvytku* [Civil society of Ukraine: realities and the search for an ideal model of development] URL: <https://gurt.org.ua/articles/10301/> [in Ukraine]

СФЕРА ОБСЛУГОВУВАННЯ

УДК 338.48

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.26>

С. М. ЦВІЛИЙ

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри туристичного, готельного та ресторанного бізнесу
Національний університет «Запорізька політехніка»
ORCID: 0000-0002-1720-6238

**МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ СТИМУЛІВ
У ПОСТКОНФЛІКТНОМУ ВІДНОВЛЕННІ ІНДУСТРІЇ ТУРИЗМУ**

В статті розроблено методологічний підхід до оцінки інноваційних стимулів індустрії туризму в періоді постконфліктного відновлення, які в праксеологічній площині розвитку підприємств дозволяють моделювати конфігурацію їх ефективності діяльності в регіонах за системою координат життєвого циклу інноваційного потенціалу та прогнозувати стадії приросту доходу від реалізації туристичного бренду. Визначено, що важливий період постконфліктного відновлення індустрії туризму спрямований на відбудову зруйнованих війною територій та економічних зв'язків, він активізує початок відновлювальних заходів із сталим переходом у праксеологічну площину розвитку туристичних підприємств. Побудовано матрицю суб'єктів постконфліктного відновлення індустрії туризму, які розмежовано на чотири групи. Розроблено модель профілю життєвого циклу інноваційного потенціалу туристичного підприємства за фазами та стадіями рівня інтенсифікації ресурсів щодо просування інноваційного туристичного бренду. Запропоновано мультиатрибутивну модель критичного оцінювання туристичного бренду за структурою елементів. Доведено, при ідентифікації стадії життєвого циклу інноваційного потенціалу туристичних підприємств слід відмовитися від звичайно використовуваних координат «час – дохід» і перейти до визначення стадії життєвого циклу на основі індикаторів реалізації туристичного бренду за умови зміни інноваційних перетворень. Проведено економетричне прогнозування залежності потенційного доходу від реалізації туристичного бренду країни й факторними індикаторами інноваційних перетворень в індустрії туризму. Зроблено висновок, що інноваційний потенціал є головною умовою існування інноваційно орієнтованої туристичної системи регіонів країни й є базовою передумовою створення і комерціалізації інноваційного туристичного продукту, який на фоні впливу дестабілізуючих постконфліктних факторів економіки має стати значним поштовхом до вибору та впровадження інновацій в індустрії туризму.

Ключові слова: інноваційні стимули, потенціал, індустрія туризму, бренд, дохід, відновлення.

S. M. TSVILIY

Candidate of Economics, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Tourism, Hotel and Restaurant Business
National University "Zaporizhzhia Polytechnic"
ORCID: 0000-0002-1720-6238

**METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING INNOVATIVE INCENTIVES
IN THE POST-CONFLICT RECOVERY OF THE TOURISM INDUSTRY**

The article develops a methodological approach to the evaluation of innovative incentives of the tourism industry in the period of post-conflict recovery, which, in the praxeological plane of the development of enterprises, allows modeling the configuration of their operational efficiency in the regions according to the coordinate system of the life cycle of innovative potential and forecasting the stages of income growth from the realization of a tourist brand. It was determined that the important period of the post-conflict recovery of the tourism industry is aimed at rebuilding territories and economic ties destroyed by hostilities, it activates the beginning of recovery measures with a constant transition to the praxeological plane of the development of tourist enterprises. A matrix of subjects of post-conflict recovery of the tourism industry was built, which were divided into four groups. A model of the profile of the life cycle of the innovative potential of a tourist enterprise according to the phases and stages of the level of resource intensification regarding the promotion of an innovative tourist brand has been developed. A multi-attribute model of critical evaluation of a tourist brand based on the structure of elements is proposed. It is proven that when identifying the stage of the life cycle of the innovative potential of tourism enterprises, the commonly used coordinates "time – income" should be abandoned and the stage of the life cycle should be determined based on indicators of the realization of the tourist brand, subject to changes in innovative transformations. An econometric forecasting of the dependence of potential income on the implementation of the country's tourist brand and factor indicators of innovative transformations in the tourism industry was carried out. It was concluded that innovative potential is the main condition for the existence of an innovatively oriented tourist system

of the country's regions and is a basic prerequisite for the creation and commercialization of an innovative tourist product, which should become a significant impetus for the selection and implementation of innovations in the tourism industry.

Key words: *innovation incentives, potential, tourism industry, brand, revenue, recovery.*

Постановка проблеми

Міжнародний тероризм, нелегальна міграція, зростання захворюваності на соціально небезпечні хвороби, загальне погіршення екологічної ситуації, не дивлячись на інтенсифікацію туристичних потоків, призводять до суттєвого зростання їх негативного впливу на індустрію туризму, яка має різний ступінь прояву в просторовій економічній системі. Виникнення воєнного конфлікту в новітній історії засвідчує неможливість повного швидкого його врегулювання, незважаючи на суттєвий прогрес у вирішенні гострих суспільних проблем. Сьогодні змінився порядок ведення воєнних операцій, який нерозривно пов'язаний із заходами економічного, інформаційного, соціального та політичного впливу. Це вимагає нових підходів до розробки в період постконфліктного відновлення інноваційних стимулів індустрії туризму, яка в XXI ст. здобула значного розвитку й стала масовим соціально-економічним явищем глобального масштабу.

Подолання наслідків воєнного конфлікту в Україні є пріоритетним завданням державної політики відродження індустрії туризму, успішність якої залежить від здатності держави мобілізувати достатній обсяг туристичного потенціалу, забезпечити оптимальний перерозподіл та використання природних, економічних та соціально-культурних ресурсів в просторовій туристичній дестинації. Проте, в Україні через нестабільну військово-політичну ситуацію, ускладнилась дія чинників щодо швидкого розширення соціально-економічних, культурних зв'язків та поширення туристичної активності між країнами світу.

Процес інноваційного розвитку індустрії туризму є тривалим і охоплює новітні види туристичної діяльності та регіональний аспект. З одного боку, розвиток національної економіки спирається на просторовий, ресурсний, виробничий і споживчий потенціали туристичних дестинацій, а з іншого – за сприятливих регуляторних умов та адекватних важелів державної політики саме туристичні дестинації спроможні внести суттєвий внесок у нарощування та модернізацію просторової економіки, нівелюючи загрози і виклики функціонування сфер індустрії туризму в періоді постконфліктного відродження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вагомий внесок у дослідження впливу військових конфліктів на державу та її постконфліктне відновлення зроблено в працях: К. Адама, Т. Аддісона, П. Білона, А. Геда, В. Дейвіса, Ч. Койна, П. Колліера, П. Кольєра, С. Муршеда, М. Седербома, А. Хеффлера, О. Шевченка. Про реалізацію гарантій державної безпеки в онтологічній складовій туристичної індустрії в період постконфліктної реконструкції йдеться в працях таких науковців, як: Р. Арескі, Дж. Бартлетт, О. Бейдик, Д. Бенавідес, О. Довбенко, В. Євдокимов, Д. Піотровські, А. Полчанов, Р. Шериф. Теоретико-методологічні й практичні аспекти розвитку інноваційного стимулювання туристичних підприємств розглядалися в працях таких вчених, як: М. Бойко, К. Вієтце, В. Дмитрів, В. Друкер, І. Іртіщева, А. Землянкін, І. Підоричева, А. Ліманський, В. Ляшенко, А. Мазаракі, Г. Омельчак, Я. Ружковський, В. Садков, Т. Ткаченко, Г. Трілленберг, К. Фріман, А. Фрейтаг, О. Цимбал, В. Яровий, А. Ясінський. Це говорить про значний науковий інтерес до розв'язання проблеми.

Формулювання мети дослідження

Мета – розробка методологічного підходу до оцінювання інноваційних стимулів індустрії туризму в періоді постконфліктного відновлення, які в праксеологічній площині розвитку підприємств дозволяють моделювати конфігурацію їх ефективності діяльності в регіонах за системою координат життєвого циклу інноваційного потенціалу та прогнозувати стадії приросту доходу від реалізації туристичного брэнда.

Викладення основного матеріалу

Період постконфліктного відновлення індустрії туризму спрямований на відбудову зруйнованих бойовими діями територій та економічних зв'язків. Цей період активізує початок відновлювальних заходів [15], із переходом у праксеологічну площину розвитку туристичних підприємств. З економічної позиції, постконфліктне відновлення індустрії туризму країни, як комплексний, цілісний, багатосторонній процес одночасного покращення військових (відновлення законності прав на природні та культурні ресурси туристичних дестинацій), політичних (управління територією), економічних (відновлення і розвиток туристичної системи) та соціальних умов (розподіл допомоги постраждалим, відновлення зруйнованої туристичної інфраструктури, соціального захисту), формує конфігурацію інноваційного потенціалу туристичних підприємств та стимулює приватний туристичний бізнес до забезпечення макроекономічної стабільності держави. Відновлення індустрії туризму визначається масштабністю втрат, рівнем фінансово-інвестиційного потенціалу держави та її донорів, важелями регулювання інноваційного потенціалу [8].

Побудовано матрицю суб'єктів постконфліктного відновлення індустрії туризму, які розмежовано на чотири групи: перша група включає міжнародні та урядові організації інших країн, яким характерні високий рівень впливу та нижча відносно інших зацікавленість в успішності інноваційних проектів (рис. 1). Необхідним для цієї групи є розкриття важливості урегулювання ситуації з метою підвищення їх зацікавленості; друга група

(основна), включає органи державного управління, муніципалітети та великий бізнес, необхідною є координація дій з іншими суб'єктами для максимальної гармонізації інтересів більш зацікавлених сторін; третя група включає середній та малий бізнес, інститути громадянського суспільства для постійного інформування про стан справ для збереження зацікавленості, в окремих випадках, надання можливостей посилення впливу; четверта група – противники постконфліктного відновлення (державо-агресор, радикальні політичні рухи, злочинні угруповання, що мають суттєвий інтерес від конфлікту) [15].

Параметри матриці		Вплив	
		Високий	Низький
Інтерес	Високий	Друга група: – органи державної влади та місцевого самоврядування; – великі бізнес-структури	Третя група: – середній та малий бізнес; – інститути громадянського суспільства
	Низький	Перша група: – міжнародні організації; – урядові організації іноземних країн	Четверта група: – держава-агресор; – радикальні політичні рухи, злочинні угруповання

Рис. 1. Матриця суб'єктів постконфліктного відновлення індустрії туризму держави

Джерело: удосконалено автором за даними [6; 8; 15]

З позиції М. Фішера, можна виділити наступні етапи відновлення індустрії туризму, а саме: посткризова ситуація (тобто до повного урегулювання конфлікту), ситуація після врегулювання та стадія довгострокового відновлення, на кожному з яких змінюється пріоритетність та масштабність заходів [8].

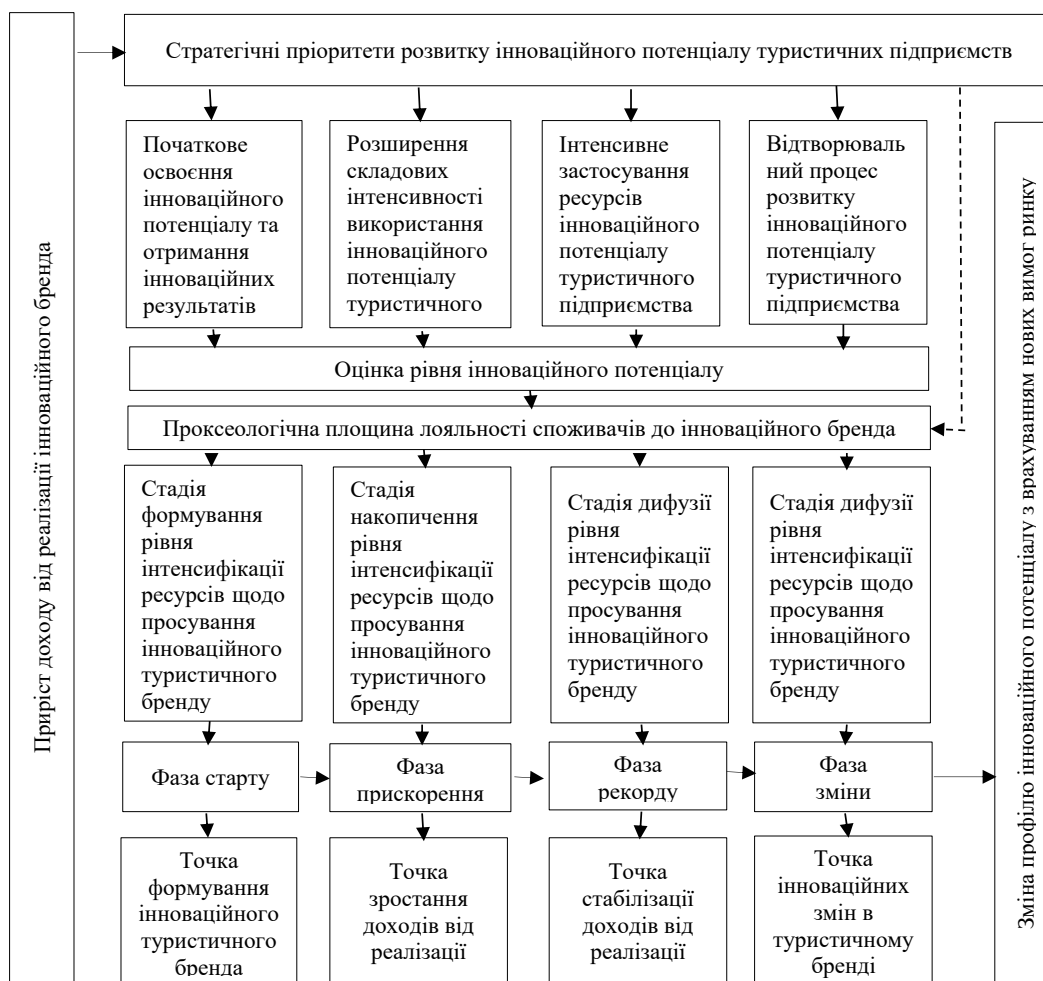


Рис. 2. Модель профілю життєвого циклу інноваційного потенціалу туристичного підприємства за фазами та стадіями рівня інтенсифікації ресурсів щодо просування інноваційного туристичного бренду

Джерело: побудовано автором

Постконфліктне відновлення також є каталізатором зростання інноваційних стимулів індустрії туризму, особливо підприємницької ініціативи серед колишніх військових, жінок, у відбудові туристичних дестинацій. Різний рівень інтересу та впливу постконфліктного періоду на відновлення індустрії туризму в країні обумовлений необхідністю моделювати конфігурацію руху туристичних потоків в системі координат життєвого циклу інноваційного потенціалу, який дозволяє прогнозувати стадії приросту доходу від реалізації туристичного бренду, шляхом формування, накопичення та дифузії рівня інтенсифікації та відтворення ресурсів при переході до інноваційного стану розвитку (рис. 2).

З позицій уявлення туристичного бренду як сукупності споживчих характеристик, він може бути визначений як мультиатрибутивний продукт, що описує його у вигляді мультиатрибутивної моделі (табл. 1).

Таблиця 1

Мультиатрибутивна модель оцінювання туристичного бренду за структурою елементів

Об’єктивні властивості – описують реальність	Атрибутивні характеристики	Оцінка характеристик		Споживча цінність	
		Вагомість (пріоритет)	Наявність (сприйняття)	Частки корисності	Сукупна корисність
V1i...	X1	P1	H1	U1	U
V2i...	X2	P2	H2	U2	
...	
Vni...	Xn	Pn	Hn	Un	

Джерело: побудовано автором

З методичної точки зору, вагомість туристичного бренду для споживача за його специфічністю та характеристиками позитивно сприймаються при оцінюванні привабливості продукту. При цьому, споживач свідомо чи несвідомо оцінює кожен ключову характеристику туристичного бренду за функцією корисності, яка визначає рівень очікуваного задоволення від споживання продукту і його конкретних атрибутів [13]. При присвоєнні рівня корисності кожній характеристиці туристичного бренду, споживач ототожнює рівень задоволення (корисності) із рівнем наявності в продукті певної характеристики. Корисність є суб’єктивною величиною, а отже, кожен споживач робить свою оцінку різноманітних туристичних брендів по-різному.

Оцінювання вагомості характеристик туристичного бренду здійснюється за шкалою відносин, наявність характеристик – за інтервальною шкалою. Результативна (інтегральна модель) формується з складових корисності та загальної його корисності. Поєднуючи елементи моделі у різних комбінаціях можна отримати вимір споживчої привабливості туристичного бренду з позиції конкретного споживача, тобто оцінити корисність, яку приписує туристичному продукту конкретний турист [13]. При цьому, значення її цінність атрибутивної характеристики для окремої людини визначається поєднанням двох основних факторів, які й формують базис оціночної системи: вагомість (пріоритет) характеристики й сприйняття її наявності. Суб’єктивна оцінка цінності окремих атрибутивних характеристик продукту різними споживачами характеризує сукупну корисність цієї атрибутивної характеристики – визначається як добуток сприйняття присутності і важливості (пріоритету) характеристик за формулою (1) [1; 2; 5]:

$$U_{ji} = P_{ji} \times H_{ji}, \tag{1}$$

де, U_{ji} – індивідуальна корисність характеристики i з точки зору j - особи; P_{ji} – оцінка пріоритету характеристики i для особи j ; H_{ji} – оцінка сприйняття у туристичному бренді характеристики i особою j .

Сукупна корисність туристичного бренду з точки зору окремого туриста оцінюється як сума корисностей, які він приписує характеристикам продукту (товару) (формула (2)) [1; 2; 5]:

$$U_{jy} = P_{j1} \times H_{j1} + P_{j2} \times H_{j2} + \dots + P_{ji} \times H_{ji} = \sum_{i=1}^y P_{ji} \times H_{ji}, \tag{2}$$

де, U_{jy} – сукупна корисність туристичного продукту з точки зору індивіда j ; P_{ji} – оцінка вагомості (пріоритету) характеристики i для особи j ; H_{ji} – оцінюваний особою j рівень наявності характеристики i у туристичному продукті, балів; y – кількість визначальних атрибутивних характеристик у туристичному продукті.

Ґрунтуючись на гіпотезі, що атрибутивні характеристики туристичного бренду є самостійними та жорстко не пов’язаними, можна сформулювати інтегративну модель його корисності (формула (3)) [1; 2; 5].

$$SF_{jy} = \frac{U_{jy}}{SO_{ji}}, \tag{3}$$

де, SF_{jy} – інтегрований показник корисності або рівень задоволеності j - споживача y -м числом характеристик туристичного бренду; SO_{ji} – сума оцінок вагомості характеристик туристичного продукту для індивіда j визначається за формулою (4) [1; 2; 5].

$$SO_{ji} = P_{j1} + P_{j2} + \dots + P_{jy} = \sum_{i=1}^y P_{ji}, \quad (4)$$

Отже, сума корисностей, тобто добутків вагомості на оціночний рівень наявності характеристики, у-го числа атрибутивних характеристик туристичного бренду слід віднести до суми рівнів вагомості у-го числа характеристик туристичного бренду. Використання такого методичного підходу до оцінки туристичного бренду дозволяє визначити середні показники сукупної корисності всіх характеристик туристичного бренду (SF_{aver}). Цей критерій дозволяє з точки зору споживача оцінити привабливість туристичного бренду в державі та в туристичних destinations окремого регіону за складовими: загальний стан туристичного обслуговування; якість засобів розміщення; харчування; екскурсійного обслуговування, розваг та інших додаткових послуг.

Оцінка складових туристичного бренду дозволяє приймати рішення щодо покращення тих чи інших характеристик регіонального туристичного бренду (формула (5)) [1; 2; 5]:

$$SF_{aver} = \sum_{i=1}^y SF_{aver_i}, \quad (5)$$

На відміну від вихідних суб'єктивних оцінок з точки зору окремих споживачів, таку оцінку можна вважати об'єктивною, оскільки вона ґрунтується на середньозважених індикаторах, уможливаючи так привести суб'єктивні оцінки споживачів до прийнятної для аналізу об'єктивного вигляду. Вищенаведені індикатори ступеня задоволеності туристичним брендом в туристичних destinations окремого регіону свідчить про більш високу ймовірність його вибору клієнтом та зростання туристичного потоку в державі.

При цьому, розподіл інноваційних стимулів туристичного підприємства щодо впровадження туристичного бренду на певній стадії життєвого циклу інноваційного потенціалу не може бути довільним, адже одна його стадія має якісні відмінності від іншої за рахунок різних регуляторних механізмів розвитку індустрії туризму [3; 13]. В свою чергу, це означає, що при ідентифікації стадії життєвого циклу інноваційного потенціалу туристичних підприємств слід відмовитися від звичайно використовуваних координат «час – дохід» і перейти до визначення стадії життєвого циклу на основі індикаторів реалізації туристичного бренду за умови зміни інноваційних перетворень, які характеризують акумульований ресурсний портфель потенціалу для відтворення індустрії туризму в країні та регіонах.

Згідно запропонованої мультиатрибутивної моделі туристичного бренду, профіль життєвого циклу інноваційного потенціалу слід формувати в системі координат по горизонталі – фази розвитку (старт, прискорення, рекорд, зміна); по вертикалі – приріст доходу від реалізації інноваційного туристичного бренду, який може виражатися через різноманітні економічні індикатори: приріст доходу від реалізації, приріст прибутку від реалізації, збільшення частки ринку тощо [12].

На стадії формування (фаза старту) стратегічними пріоритетами є: початкове освоєння рівня інтенсифікації ресурсів на просування інноваційного туристичного бренду щодо отримання у подальшому інноваційних результатів. При цьому приріст доходу від реалізації інноваційного туристичного бренду є мінімальним. На стадії накопичення (фаза прискорення) стратегічні пріоритети – розширення складових та інтенсивності використанні ресурсів на просування інноваційного туристичного бренду, що забезпечує значний приріст доходу від реалізації [3]. На стадії дифузії рівня інтенсифікації ресурсів на просування інноваційного туристичного бренду (фаза рекорду) забезпечуються максимальні індикатори приросту доходу від реалізації, стратегічним пріоритетом якого є інтенсивна генерація інноваційного потенціалу. На стадії відтворення рівня інтенсифікації ресурсів на просування інноваційного туристичного бренду (фаза інноваційних змін), відбувається процес зміни профілю генерації інноваційного потенціалу з урахуванням нових детермінантів (комбінації ресурсних та нересурсних складових за новими вимогами ринку) з метою формування нового інноваційного туристичного бренду [12].

Регулювання інноваційних стимулів індустрії туризму пов'язане з насиченим, високодинамічним характером життєвого циклу інноваційного потенціалу туристичних підприємств, що вимагає визначення параметрів розвитку галузі, як драйверу нових можливостей щодо прискореного туристичних потоків в регіонах і державі, сприяння до покращення туристичної інфраструктури та відповідних якісно-цінових характеристик туристичних послуг, якості життя, гармонійній консолідації суспільства, популяризації туристичних брендів України у світі [13]. Параметри регулювання інноваційних стимулів індустрії туризму в періоді постконфліктного відновлення формуються під впливом факторів, які на засадах економічної моделі дозволяють прогнозувати умови збільшення доходу від реалізації туристичного бренду в Україні шляхом виокремлення ряду кількісних індикаторів, які прискорюють життєвий цикл інноваційного потенціалу туристичних підприємств, генеруючи сукупність ресурсів для інтенсифікації розвитку індустрії туризму. Так, в табл. 2 надані факторні індикатори, які впливають на обсяги реалізації туристичного бренду (y) з відповідними позначеннями x_i , на основі яких встановлюються взаємозалежності, що відповідають умовам закону нормального розподілу. З економічної моделі виключено 2022 р. у зв'язку із воєнним станом та військовим конфліктом України з росією, як терористично налаштованою країною-агресором [7].

Таблиця 2

Вихідні дані для прогнозування залежності доходу від реалізації туристичного бренду в Україні та факторних індикаторів (xi)

Роки	Дохід від реалізації інноваційного туристичного бренду (без ПДВ, акцизного збору, інших платежів), млн. EUR (y)	Загальний обсяг витрат на інноваційні розробки туристичного бренду, млн. EUR (x ₁)	Кількість суб'єктів туристичної діяльності, що впроваджують інноваційний туристичний бренд, од. (x ₂)	Кількість обслуговуючих підприємств індустрії туризму, од. (x ₃)	Кількість туристичних підприємств, що мають веб-сайт та функціонують в Інтернет-мережі, од. (x ₄)
2019	3957,03	1079,9	35841	1551069	14525
2020	4002,31	1196,3	35962	1599821	14566
2021	4162,35	1638,5	36654	1705623	14754
2023	4233,71	1754,6	36841	1786542	14895
2024	4797,73	2039,5	36663	1814827	15296
2025	11522,52	2357,8	37462	2250107	15462
2026	18502,97	2469,8	38825	2403987	15608
Верхня межа закону нормального розподілу	22977,6	3163,99	39702,84	2781173,02	16233,56
Нижня межа закону нормального розподілу	835,13	360,70	34082,31	965105,84	13796,73

Джерело: розраховано автором за даними [7; 9; 10; 11]

Проведено перевірку відповідності вихідних прогнозованих даних нормальному закону розподілу, використовуючи метод аналізу величини асиметрії $|A|$ та ексцесу $|E|$. Вважається, що дані не заперечують нормальному розподіленню, якщо виконується нерівність (формула (6)), [11; 48]:

$$|A| \leq G\sigma_A; |E| \leq 5\sigma_E, \quad (6)$$

Асиметрія [4; 14]:

$$A_y = \left\{ \frac{\sum (y_i - \bar{y})^3}{n}; \sqrt{\left[\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n} \right]^3} \right\} \frac{\sqrt{n(n-1)}}{n-2}, \quad (7)$$

$$A_{x_i} = \left\{ \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{n}; \sqrt{\left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} \right]^3} \right\} \frac{\sqrt{n(n-1)}}{n-2}, \quad (8)$$

Стандартна похибка асиметрії [11; 48]:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{6n(n-1)}{(n-2)(n+1)(n+3)}}, \quad (9)$$

Ексцес [4; 14]:

$$E_{x,y} = \frac{n-1}{(n-1)(n-3)} \left[(n+1) \left(\frac{\mu_4}{\mu_2^2} - G \right) + 6 \right], \quad (10)$$

Стандартна похибка ексцесу [4; 14]:

$$\sigma_E = \frac{24n(n-1)^2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)}, \quad (11)$$

Згідно методики кореляційно-регресійного аналізу, на базі побудованих кореляційних полів (рис. 3–6) зроблено висновок, що тіснота зв'язку підтвердилась між результативним показником (y) й загальним обсягом витрат на інноваційні розробки туристичного бренду (x₁), кількістю суб'єктів туристичної діяльності, що впроваджують інноваційний туристичний бренд (x₂), кількістю обслугованих підприємств індустрії туризму (x₃), кількістю туристичних підприємств, що мають веб-сайт та функціонують в мережі Інтернет (x₄). Даний висновок підтверджується відповідними коефіцієнтами детермінації R², які прямують до 1 (для предикторів x₁, x₂, коефіцієнти детермінації дорівнюють R² = 0,53 та R² = 0,86 відповідно; для предикторів x₃, x₄, значення R² = 0,95 та R² = 0,91, відповідно).



Рис. 3. Економетричне прогнозування залежності доходу від реалізації туристичного бренду в Україні та загального обсягу витрат на інноваційні розробки

Джерело: розраховано автором

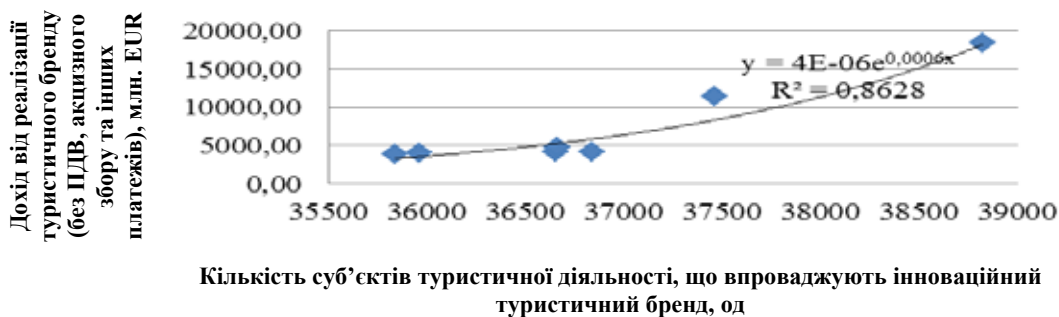


Рис. 4. Економетричне прогнозування залежності доходу від реалізації інноваційного туристичного бренду в Україні та кількості суб'єктів туристичної діяльності, що його впроваджують

Джерело: розраховано автором



Рис. 5. Економетричне прогнозування залежності доходу від реалізації інноваційного туристичного бренду та кількості обслуговуючих підприємств індустрії туризму в Україні

Джерело: розраховано автором

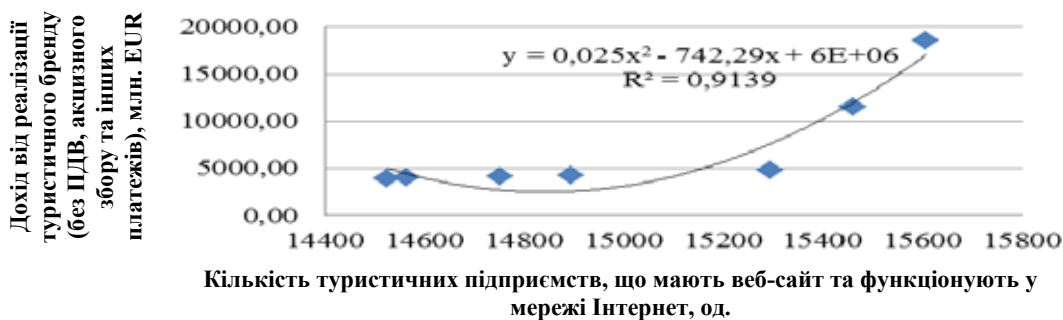


Рис. 6. Економетричне прогнозування залежності доходу від реалізації інноваційного туристичного бренду в Україні та кількості туристичних підприємств, що мають веб-сайт та функціонують у мережі Інтернет

Джерело: розраховано автором

Взагалі, прогнозні інноваційні індикатори розвитку індустрії туризму в Україні, як економічної системи мають прямий вплив на відтворення та розвиток туристичного бренду в країні. Це свідчить про високий рівень інноваційності туристичних підприємств та сфер їх обслуговування. Інновації потрібно розглядати не як самоціль, а як інструмент стимулювання до зростання доходу й прибутку, активізації інноваційного потенціалу з метою забезпечення сприятливих умов підвищення конкурентоспроможності, що матиме позитивний вплив на соціально-економічні індикатори розвитку туристичної системи між регіонами країни. Для туристичних підприємств інновації сприятимуть отриманню додаткових конкурентних переваг, зростанню рентабельності, створенню їх позитивного інноваційного іміджу, що, у свою чергу, сприятиме підвищенню їх ринкової вартості та залученню додаткових інвестицій [12].

Висновки

Таким чином, трансформації в інноваційному процесі в постконфліктному відновленні індустрії туризму України мають стати поштовхом як до радикальних змін у інноваційній діяльності туристичних підприємств, інноваційний потенціал яких спроможний забезпечити очікуваний потенційний ефект від реалізації туристичних брендів в регіонах та підвищити економічну стабільність країни. Враховуючи це, вважаємо, що інноваційний потенціал є головною умовою існування інноваційно орієнтованої туристичної системи регіонів країни й є базовою передумовою створення і комерціалізації інноваційного туристичного продукту, який на фоні впливу дестабілізуючих постконфліктних факторів економіки має стати значним поштовхом до вибору та впровадження інновацій в індустрії туризму. Це обумовлено комплексною, вираженою, гнучкою, оперативною та системною оцінкою ефекту від інтенсивного використання ресурсів інноваційного потенціалу (фінансових, виробничих, науково-дослідницьких, маркетингових тощо), який формує різні за природою та значенням рівні інноваційної привабливості суб'єктів індустрії туризму та безпеку розвитку у випадку дифузії інновацій; має інклюзивний характер ефекту інноваційної діяльності.

Проте, непередбачені умови активності суб'єктів індустрії туризму в періоді постконфліктного відновлення, на жаль, характеризуються високим ступенем невизначеності та динамічності. Це зумовлює необхідність пошуку нових, відповідних до сучасним реалій методологічних та практичних підходів щодо забезпечення їх ефективного довгострокового розвитку. Одним з найпоширеніших поглядів на зазначений напрям є визначення найбільш впливових чинників формування інноваційної компетентності туристичних підприємств. Інноваційна компетентність, на нашу думку, має базуватись на прикладі європейського інноваційного простору, який в тривалому циклічному періоді постконфліктного відновлення спромігся розширити межі конкурентоспроможності різних суб'єктів індустрії туризму за рахунок забезпечення інноваційної орієнтованості. Відповідно, для України основним напрямом інноваційного стимулювання індустрії туризму в постконфліктному періоді, має стати розробка ефективної інноваційно-інвестиційної стратегії, зорієнтованої на регулювання й розвиток туристичної системи регіонів, на забезпечення потреб туристів в часі й в просторі, на формування стратегічних альтернатив щодо розробки логістичних потоків і транскордонного співробітництва. Саме у цій площині мають відбуватися подальші наукові дослідження.

Список використаної літератури

1. Биркович В. Модернізація туристично-рекреаційного потенціалу регіонів України. *Статистика України*. 2014. № 3. С. 32–34.
2. Чернікова В.І. Особливості інновацій у туризмі. *Вісник ДІТБ*. 2012. № 16. С. 89–94. URL: http://tourlib.net/statti_ukr/chernikova.htm.
3. Чернега О.Б., Лохман Н.В. Модель життєвого циклу інноваційного потенціалу туристичного підприємства. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. № 2(70). С. 27–31.
4. Чернобай Л.І., Дума О.І. Бізнес-процеси підприємства: класифікація та структурно-ієрархічна модель. *Економічний аналіз*. 2015. № 22(2). С. 171–182.
5. Головчан А. Теоретико-методологічні підходи до визначення сутності туристичних дестинацій та управління ними. *Торгівля і ринок України*. 2009. № 27. С. 160.
6. Полчанов А.Ю. Формування механізму постконфліктного відновлення національної економіки. *Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова*. 2017. № 6(59). С. 65–70.
7. Садков В.Г. Оцінка рівня інноваційності економіки та ключові напрямки формування цілісної багаторівневої національної інноваційної системи. *Інноваційна економіка*. 2006. № 1. С. 49–53.
8. Шевченко О.В. Заходи та інструменти відбудови господарства постконфліктних територій та протидія появи нових депресивних територій. Національний інститут стратегічних досліджень. 2017. URL: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/vidbudova-914af.pdf>
9. The Travel & Tourism Competitiveness. 2021. URL: <https://www.weforum.org/reports/travel-and-tourism-development-index-2021/>.
10. Туристичний портал України. 2022. URL: <http://www.stejka.com/ukr>.

11. Global Tourism Trends. Tourism Market Data and Forecasts to 2026. 2022. URL: <https://www.reportlinker.com/clp/6226>.
12. Trusova N.V., Krasnodied T.L., Demko V. S., Zakharchenko O.H., Morozova O.S., Katsemir Ya.V. Guarantee of safe innovative development of the tourist industry of Ukraine. *GeoJournal of Tourism and Geosites*. 2022. № 41(2). P. 422–432.
13. Trusova N., Tsviliy S., Mykhailyk D., Ogloblina V., Marusei T. Innovative incentives of the tourism industry in the period of post-conflict reconstruction of Ukraine. *Review of Economics and Finance*. 2023. № 21. P. 1237–1248. DOI: <https://doi.org/10.55365/1923.x2022.20.136> URL : <https://refpress.org/ref-vol20-a136/>
14. Васильєва Т.А. Інноваційна складова в структурі макроекономічних індикаторів економічного розвитку. Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ, 2010.
15. Євдокимов В., Полчанов А. Вплив військових конфліктів на національні економіки країн постсоціалістичного простору. *Бізнес-інформ*. 2017. № 4. С. 48–54.

References

1. Byrkovych, V. (2014). Modernization of tourist and recreational potential of Ukrainian regions. *Statistics of Ukraine*, 3, 32-34.
2. Chernikova, V.I. (2012). Features of innovations in tourism. *Herald of DITB*, 16, 89-94. URL: http://tourlib.net/statti_ukr/chernikova.htm
3. Cherneha, O.B., Lokhman, N.V. (2019). Model of the life cycle of the innovative potential of a tourist enterprise. *Problems of the systemic approach in economics*, 2(70), 27-31.
4. Chornobai, L.I., Duma, O.I. (2015). Business processes of the enterprise: classification and structural-hierarchical model. *Economic analysis*, 22(2), 171–182.
5. Golovchan, A. (2009). Theoretical and methodological approaches to the definition and management of tourist destinations. *Trade and Market of Ukraine*, 27, 160.
6. Polchanov, A.Yu. (2017). Formation of the mechanism of post-conflict recovery of the national economy. *Bulletin of the I.I. Mechnikova Odesa National University*, 22, 6(59), 65-70.
7. Sadkov, V.H. (2006). Assessment of the level of innovativeness of the economy and key directions for the formation of an integral multi-level national innovation system. *Innovation economy*, 1, 49-53.
8. Shevchenko, O.V. (2017). Measures and tools for rebuilding the economy of post-conflict territories and countering the emergence of new depressed territories. National Institute of Strategic Studies. URL: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/vidbudova-914af.pdf>
9. The Travel & Tourism Competitiveness. (2021). URL: <https://www.weforum.org/reports/travel-and-tourism-development-index-2021/>.
10. Tourist portal of Ukraine. URL: <http://www.stejka.com/ukr>.
11. Global Tourism Trends (2022). Tourism Market Data and Forecasts to 2026. URL: <https://www.reportlinker.com/clp/6226>
12. Trusova, N.V., Krasnodied, T.L., Demko, V. S., Zakharchenko, O.H., Morozova, O.S., Katsemir, Ya.V. (2022). Guarantee of safe innovative development of the tourist industry of Ukraine. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 41(2), 422-432.
13. Trusova, N., Tsviliy, S., Mykhailyk, D., Ogloblina, V., Marusei, T. (2023). Innovative incentives of the tourism industry in the period of post-conflict reconstruction of Ukraine. *Review of Economics and Finance*, 21, 1237-1248. DOI: <https://doi.org/10.55365/1923.x2022.20.136> URL : <https://refpress.org/ref-vol20-a136/>
14. Vasylyeva, T. A. (2010). Innovative component in the structure of macroeconomic indicators of economic development. Sumy: DVNZ UABS NBU.
15. Yevdokymov, V., Polchanov, A. (2017). The influence of military conflicts on the national economies of post-socialist countries. *Business-Inform*, 4, 48-54.

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** – не менше 5 повних сторінок основного тексту статті (починаю з постановки проблеми, закінчуючи висновками). 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, 10 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 складати не менше 5 повних сторінок тексту і 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 англомовний 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 elektrotehniki – 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 robot po ikh rehabilitatsii [The ways to increase turbogenerators power in the execution works during the rehabilitation]. *Sistemi obrobki informatsii. Zbirnik naukovikh prats'. Kharkivs'kii 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 конференцій

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, tekhnologiia, 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'nykh transformatorov massovykh serij (Prospects and development state of mass series distribution transformers)* Available at: www.trans-form.ru (accessed 13 September 2004).

Опис дисертації (автореферату дисертації)

Geraskin O.A. *Vibrodiagnostika ushkodzen' rotoriv potuzhnykh asinkhronnykh dviguniv na osnovi pol'ovikh matematichnykh 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: **editor@kntu.kherson.ua**, 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: +38 (068) 487 18 05

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РУКОПISУ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ
У РЕДАКЦІЮ (ПОДАНО ФРАГМЕНТ СТАТТІ)**

УДК 667.021.1

В. С. КОРОЛЕНКОкандидат наук з державного управління, доцент,
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування
Херсонський національний технічний університет

ORCID: ...

І. Ф. БОНДАРЬаспірант кафедри державного управління і місцевого самоврядування
Херсонський національний технічний університет

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.

V. S. KOROLENKOCandidate of Public Administration, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Public Administration and Local Self-Government
Kherson National Technical University

ORCID: ...

I. F. BONDARPostgraduate Student at the Department of Public Administration and Local Self-Government
Kherson National Technical University

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.

.....

Key words: 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, НРСЭ
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 φ – ... ;

...

α_i – .

.....

Висновки

1. За результатами чисельного експерименту були визначені необхідні параметри гідропресування, остаточно геометрична форма деформівної 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. Чекарьов, 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	кандидат технічних наук, 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)*

НОТАТКИ

ВІСНИК

Херсонського національного технічного університету

Відповідальний за випуск	головний редактор Литвиненко В.І. д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук, заслужений діяч науки і техніки України
Комп'ютерна верстка	Кузнєцова Н.С.
Відповідальний секретар	Вольвач І.Ю. к.е.н., доцент, завідувач відділу з навчально-наукової роботи і міжнародної діяльності

Підписано до друку 04.10.2023.

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman. Папір офсет. Цифровий друк.
Ум. друк. арк. 23,95. Замов. № 1023/672. Наклад 100 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.