

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА АДМІНІСТРАЦІЯ
ХМЕЛЬНИЦЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА АДМІНІСТРАЦІЯ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ, LUBLIN, POLAND
VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY, VILNIUS, LITHUANIA
JAGIELLONIAN UNIVERSITY, KRAKOW, POLAND
ХЕРСОНСЬКА ТОРГОВО-ПРОМИСЛОВА ПАЛАТА
KHARKIV IT CLUSTER
ГО «ПРОГРЕСИЛЬНІ», УКРАЇНА

СИНЕРГІЯ НАУКИ І БІЗНЕСУ 2026

МАТЕРІАЛИ
III Міжнародної науково-практичної конференції
22–24 квітня 2026 року

У трьох томах

ТОМ 2



Львів – Торунь
Liha-Pres
2026

Редакційна колегія:

- ЧЕПЕЛЮК Олена Валеріївна – ректор Херсонського національного технічного університету, доктор технічних наук, професор, Лауреат національної премії України імені Бориса Патона, м. Херсон, Україна;
- БЕНЬ Андрій Павлович – кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи Херсонської державної морської академії, м. Херсон, Україна;
- БЕРЕГОВА Галина Дмитрівна – доктор філософських наук, професор, професор кафедри загальноосвітніх гуманітарних та природничих дисциплін Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- БІЛИК Анна Анатоліївна – доктор філософських наук, професор, професор кафедри загальноосвітніх гуманітарних та природничих дисциплін Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ГРИГОРОВА Анжела Анатоліївна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ЄВТУШЕНКО Валентина Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ЗАХАРЧЕНКО Раїса Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ЗЕРКАЛЬ Анастасія Вікторівна – доктор економічних наук, професор, директор Навчального центру «Освіта для бізнесу та кар'єри», професор кафедри маркетингу та логістики Національного університету «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, Україна;
- КУРАК Владислав Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ЛАВРЕНКО Сергій Олегович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, Україна;
- ЛУБ'ЯНИЙ Павло Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- МОІСЕСЕНКО Світлана Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- НАБОКА Руслан Миколайович – кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри менеджменту, маркетингу і туризму Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ПОЛІТАЄВА Ганна Норайрівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри дизайну Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- САЛЄБА Людмила Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- СЕЛІВЕРСТОВ Ігор Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- СІДЕЛЬНИКОВА Лариса Петрівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ФІЛІППОВА Вікторія Дмитрівна – доктор наук з державного управління, професор, завідувач кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;
- ШАНДОВА Наталія Вікторівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою

Херсонського національного технічного університету (протокол № 2 від 11.06.2026 р.)

Автори опублікованих тез несуть повну відповідальність за достовірність викладеного матеріалу, за правильне цитування джерел та посилання на них та за всі інші відомості.

Синергія науки і бізнесу 2026 : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (ХНТУ, 22–24 квітня 2026 року) у 3-х т. ; Т. 2 / за ред. О. В. Чепелюк. – Львів – Торунь : Liha-Pres, 2026. – 622 с.

Synergy of Science and Business 2026 : proceedings of the III International scientific-practical conference (KNTU, 22–24 april 2026) in 3 vols. ; Vol. 2 / edited by O. V. Chepelyuk. – Lviv – Toruń : Liha-Pres, 2026. – 622 p.

ISBN 978-966-397-624-2

ISBN 978-966-397-626-6 (Т. 2)

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-624-2>

У збірнику представлено матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «СИНЕРГІЯ НАУКИ І БІЗНЕСУ 2026», том 2, яка проходила 22–24 квітня 2026 року на базі Херсонського національного технічного університету.



ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Голова конференції:

ЧЕПЕЛЮК Олена Валеріївна – ректор Херсонського національного технічного університету, доктор технічних наук, професор, Лауреат національної премії України імені Бориса Патона, м. Херсон, Україна.

Співголови конференції:

ПРОКУДІН Олександр Сергійович – голова Херсонської обласної військової адміністрації, кандидат юридичних наук, м. Херсон, Україна;

ГРЕШТА Віктор Леонідович – ректор Національного університету «Запорізька політехніка», кандидат технічних наук, професор, Голова Асоціації Азово-Чорноморських університетів України, м. Запоріжжя, Україна;

КИРИЛОВ Юрій Євгенович – ректор Херсонського державного аграрно-економічного університету, доктор економічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, м. Херсон, Україна;

ГУССВ Віктор Миколайович – ректор Херсонської державної морської академії, кандидат технічних наук, професор, м. Херсон, Україна;

ОСТАПЕНКО Наталія Валентинівна – в.о. ректора Київського національного університету технологій та дизайну, доктор технічних наук, професор, м.Київ, Україна;

МАТЮХ Сергій Анатолійович – ректор Хмельницького національного університету, кандидат економічних наук, доцент, м. Хмельницький, Україна;

ДОБРОВОЛЬСЬКІ Радослав – ректор Університету ім. Марії Склодовської-Кюрі, доктор наук, професор, м. Люблін, Польща;

ОСТРОУМОВА Вікторія Володимирівна – президент Херсонської Торгово-промислової палати, кандидат економічних наук, м. Херсон, Україна

Члени оргкомітету конференції:

ДАВІДАВІЧЕНЕ Віда – професор, доктор наук, декан факультету менеджменту бізнесу, Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, м. Вільнюс, Литва;

ПАСТУШАК Збігнєв – професор, доктор наук, проректор з розвитку та співпраці з бізнесом, Університет Марії Кюрі-Склодовської, Люблін, Польща;

ШУМАКАРІС Пауліус – доктор наук, доцент, віце-декан з наукової роботи факультету менеджменту бізнесу, Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, м. Вільнюс, Литва;

АРТЕМЕНКО Марія Павлівна – кандидат технічних наук, доцент, перший проректор Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

БЕРЕГОВА Галина Дмитрівна – доктор філософських наук, професор, професор кафедри загальноосвітніх гуманітарних та природничих дисциплін Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

БІЛИК Анна Анатоліївна – кандидат мистецтвознавства, доцент, доцент кафедри дизайну Херсонського національного технічного університету, член Спілки театральних діячів України, член Національної Спілки журналістів України, член Наукового товариства імені Шевченка, м. Херсон, Україна;



ГРИГОРОВА Анжела Анатоліївна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ДМИТРИЄВ Дмитро Олексійович – доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ДУДНИК Олена Василівна – кандидат економічних наук, доцент, керівник освітнього відділу Громадської спілки “Харківський кластер інформаційних технологій” (Kharkiv IT Cluster), м. Харків, Україна;

ЄВТУШЕНКО Валентина Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ЗАХАРКЕВИЧ Оксана Василівна – доктор технічних наук, професор, начальник Науково-дослідної частини, Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна;

ЗАХАРЧЕНКО Раїса Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ЗЕРКАЛЬ Анастасія Вікторівна - доктор економічних наук, професор, директор Навчального центру “Освіта для бізнесу та кар’єри”, професор кафедри маркетингу та логістики Національного університету "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя, Україна;

КАРПЕНКО Андрій Володимирович - доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки та митної справи Національного університету "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя, Україна;

ЛУБ’ЯНИЙ Павло Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

МОІСЕЄНКО Світлана Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри інформатики і комп’ютерних наук Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

НАБОКА Руслан Миколайович – кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри менеджменту, маркетингу і туризму Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ПАШКЕВИЧ Калина Левіанівна – доктор технічних наук, професор, член Національної Спілки художників України, член Спілки дизайнерів України, декан факультету дизайну Київського національного університету технологій та дизайну, м. Київ, Україна;

ПОЛІТАЄВА Ганна Норайрівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри дизайну Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;



САЛЄБА Людмила Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

СЄЛІВЕРСТОВ Ігор Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна

СІДЕЛЬНИКОВА Лариса Петрівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів, обліку та оподаткування Херсонського національного технічного університету, Заслужений працівник освіти України, м. Херсон, Україна;

СТОЯНОВА Ольга Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ФІЛІПОВА Вікторія Дмитрівна – доктор наук з державного управління, професор, завідувач кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ШАНДОВА Наталія Вікторівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна.

ШЕЛЕСТ Євгенія Олександрівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри HR-інжинірингу у бізнес-економіці Хмельницького національного університету та координаторка з організаційного розвитку "Фандрайзингу" ГО "Прогресивні", м. Хмельницький, Україна.

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Члени наукового комітету конференції:

АСАКЯВИЧУТЕ Вайда - доктор наук, професор, декан факультету креативних індустрій, Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, м.Вільнюс, Литва;

ВЕСТЕРТЕ Юрга – доктор наук, доцент, доцент кафедри менеджменту факультету менеджменту бізнесу, Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, м.Вільнюс, Литва;

ДАВІДАВІЧЮС Сигітас – доктор наук, доцент, доцент кафедри менеджменту факультету менеджменту бізнесу, Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, м. Вільнюс, Литва;

ГРУЖЕЦКІ Веслав – доктор наук, професор, проректор з науки та міжнародного співробітництва Університету ім. Марії Склодовської-Кюрі, м.Люблін, Польща;

ЗЕЛЕНІН Всеволод Володимирович – кандидат психологічних наук, психолог, науковець, професор кафедри психології факультету психології Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м.Київ, Україна;

ЛЄЩИНСЬКИЙ Роберт - доктор педагогічних наук, заступник декана з навчальної роботи факультету креативних індустрій, Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, м.Вільнюс, Литва;

МАКДЕНІЕЛ Гері – професор, університет WSB Merito University, м. Варшава, Польща;



МЕЛЬНИК Інна Василівна – доктор хімічних наук, старший науковий співробітник Інституту геотехніки Словацької Академії наук, м. Кошице, Словацька Республіка;

ОЗТУНА Хачі Якуп – професор кафедри графічного дизайну, факультет образотворчих мистецтв, Університет Докуз Ейлюль (Dokuz Eylul University), м. Ізмір, Туреччина;

ОЛЬХОВСЬКИЙ Якуб – доктор політичних наук, науковий співробітник Інституту наук про політику та адміністрування/Центру європейських компетенцій Факультету політології та журналістики, Університет Марії Кюрі-Склодовської (UMCS), м. Люблін, Республіка Польща;

ШКЛЬ Стефан Вольфганг – доктор технічних наук, професор, Університет Бундесвера Мюнхен, Нойбіберг, Німеччина;

РІГОС Кармен Імбах – професор факультету образотворчого мистецтва Національного університету мистецтв, м. Буенос-Айрес, Аргентина;

ФРАНКОВИЧ Марек – професор Ягелонського університету, м. Краків, Польща;

БАЛІН Володимир Анатолійович – Віце-президент Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України (АСМАП);

БЕНЬ Андрій Павлович – кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи Херсонської державної морської академії, м. Херсон, Україна;

ВАСИЛЬЄВА Олена Олексіївна - доктор економічних наук, професор, декан факультету бізнес-технологій та економіки Національного університету "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя, Україна

ГАЛАВСЬКА Людмила Євгеніївна – доктор технічних наук, професор, начальник науково-дослідної частини Київського національного університету технологій та дизайну, лауреат Національної премії України імені Бориса Патона 2022 року, м. Київ, Україна;

ГАНУЩАК-ЄФІМЕНКО Людмила Михайлівна - доктор економічних наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності Київського національного університету технологій та дизайну, м. Київ, Україна;

ГУДЗЬ Петро Васильович – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічних досліджень Академії Куявсько-Поморської, м. Бидгощ, Польща; професор кафедри менеджменту Національного університету "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя, Україна;

ІВАНЧЕНКО Андрій Володимирович – кандидат наук з державного управління, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи, соціально-економічного розвитку та молодіжної політики Національного університету «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, Україна

ІВАНЧЕНКОВА Лариса Володимирівна – доктор економічних наук, професор, ректор Одеського національного технологічного університету, м. Одеса, Україна;

КОСІВ Василь Михайлович – доктор мистецтвознавства, ректор Львівської національної академії мистецтв, м. Львів, Україна;

КУЛИКОВСЬКИЙ Руслан Анатолійович - кандидат технічних наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи та питань перспектив розвитку Національного університету «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, Україна;



КЮНЦЛІ Романа Василівна – доктор мистецтвознавства, в.о. професора кафедри архітектури Львівського національного університету природокористування, м. Львів, Україна;

ЛАВРЕНКО Сергій Олегович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, Україна;

ЛОПАТОВСЬКИЙ Віктор Григорович – кандидат економічних наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи Хмельницького національного університету, м. Хмельницький, Україна;

ПАСТІННИЙ Василь Миколайович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій, м. Київ, Україна;

СЕМЕШКО Ольга Яківна – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Херсонського національного технічного університету, Лауреат національної премії України імені Бориса Патона, м. Херсон, Україна;

СИНЮК Олег Миколайович – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Хмельницького національного університету, м. Хмельницький, Україна;

СОБОЛЄВ Олександр Валерійович – професор, кандидат мистецтвознавства, ректор Харківської державної академії дизайну і мистецтв, член-кореспондент Національної академії мистецтв України, член Спілки дизайнерів України, заступник керівника Східного науково-мистецького центру Національної академії мистецтв України, м. Харків, Україна;

ФАЛЬКО Наталя Миколаївна – кандидат психологічних наук, доцент, ректор Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, м. Мелітополь, Україна;

ХАДЖИНОВА Олена Вікторівна – доктор економічних наук, професор, ректор ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна;

ЧИГИРИНЕЦЬ Олена Едуардівна – доктор технічних наук, професор, академік Академії Вищої Школи України, заступник з наукової роботи завідувача кафедри фізичної хімії НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна;

ШЕРСТЮК Володимир Григорович – доктор технічних наук, професор, проректор з навчальної роботи Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ЯКОВЕЦЬ Інна Олександрівна – доктор мистецтвознавства, професор, завідувач кафедри дизайну Черкаського державного технологічного університету, м. Черкаси, Україна;

Секретар конференції:

ТИМЧЕНКО Надія Миколаївна – кандидат економічних наук, доцент, вчений секретар Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна.



Загальна координація:

ПОНОМАРЕНКО Лариса Валентинівна – в.о. завідувача відділу з навчально-наукової роботи і міжнародної діяльності Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна.

ЧЕПУРОВА Оксана Олексіївна – провідний фахівець відділу з навчально-наукової роботи і міжнародної діяльності Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ЧЕПЕЛЮК Олена Валеріївна – ректор Херсонського національного технічного університету, доктор технічних наук, професор, Лауреат національної премії України імені Бориса Патона, м. Херсон, Україна;

БЕНЬ Андрій Павлович – кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи Херсонської державної морської академії, м. Херсон, Україна;

БЕРЕГОВА Галина Дмитрівна – доктор філософських наук, професор, професор кафедри загальноосвітніх гуманітарних та природничих дисциплін Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

БІЛИК Анна Анатоліївна – кандидат мистецтвознавства, доцент, доцент кафедри дизайну Херсонського національного технічного університету, член Спілки театральних діячів України, член Національної Спілки журналістів України, член Наукового товариства імені Шевченка, м. Херсон, Україна;

ГРИГОРОВА Анжела Анатоліївна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ЄВТУШЕНКО Валентина Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ЗАХАРЧЕНКО Раїса Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмних засобів і технологій Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ЗЕРКАЛЬ Анастасія Вікторівна - доктор економічних наук, професор, директор Навчального центру “Освіта для бізнесу та кар’єри”, професор кафедри маркетингу та логістики Національного університету "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя, Україна;

КУРАК Владислав Володимирович - кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ЛАВРЕНКО Сергій Олегович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, Україна;

ЛУБ’ЯНИЙ Павло Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;



МОІСЕЄНКО Світлана Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри інформатики і комп’ютерних наук Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

НАБОКА Руслан Миколайович – кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри менеджменту, маркетингу і туризму Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ПОЛІТАЄВА Ганна Норайрівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри дизайну Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

САЛЄБА Людмила Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

СЄЛІВЕРСТОВ Ігор Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

СІДЕЛЬНИКОВА Лариса Петрівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів, обліку та оподаткування Херсонського національного технічного університету, Заслужений працівник освіти України, м. Херсон, Україна;

ФІЛІППОВА Вікторія Дмитрівна – доктор наук з державного управління, професор, завідувач кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна;

ШАНДОВА Наталія Вікторівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна.



ЗМІСТ

ПРОГРАМА ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ	29
СЕКЦІЯ № 5. Соціально-економічні та управлінські аспекти сталого розвитку	
<i>DLUHOPOLSKYI Oleksandr</i> THE NEETS PHENOMENON IN EUROPE: TRENDS, DETERMINANTS AND POLICY IMPLICATIONS	31
<i>GRYBAITĖ Virginija</i> SUSTAINABILITY INTEGRATION IN PROJECT MANAGEMENT RESEARCH: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS	35
<i>ISHCHUK L., HABRYLCHUK O.</i> SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF THE RAPID GROWTH OF THE ELECTRIC VEHICLE MARKET IN UKRAINE: PROBLEMS OF DISPOSAL AND FINANCIAL RESPONSIBILITY	40
<i>JAMMAL Mohammad</i> RESILIENCE IN INTERNATIONAL BUSINESS AND MULTICULTURAL ENTERPRISES	43
<i>KOLINETS Lesya</i> MILITARY EXPENDITURE AND ECONOMIC GROWTH: BETWEEN SECURITY PRIORITIES AND DEVELOPMENT GOALS	45
<i>MAŽRIMIENĖ Rasa, JUREVIČIENĖ Prof. Dr. Daiva</i> INVESTMENTS IN EUROPEAN UNION REGIONS	49
<i>OKUNEVIČIŪTĖ NEVERAUSKIENĖ Laima</i> LABOUR MARKET RESILIENCE IN LITHUANIA: SITUATION ANALYSIS AND REGIONAL DISPARITIES	50
<i>ŠŪMAKARIENĖ Karolina</i> TOWARDS SUSTAINABLE ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT: UNDERSTANDING THE IMPLEMENTATION REALITIES OF QUALITY 4.0	53



TARANIUK Leonid, TARANIUK Karina

EUROPEAN PRACTICES OF FINANCIAL RESTRICTIONS ON LABOR
MIGRANTS: CHALLENGES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

.....57

БЕЛЕМЕЦЬ Єгор

УПРАВЛІННЯ ЗДОБУТОЮ ЦІННІСТЮ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ
ЕФЕКТИВНОСТІ HR-МЕНЕДЖМЕНТУ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ПРОЄКТІВ
ПІДПРИЄМСТВ СФЕРИ ПОСЛУГ

.....59

БЕРИСЛАВСЬКА Анна, БІЛАН Євгеній

КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ У СИСТЕМІ
МЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПАНІЙ

.....63

БІЛЕНКО Олена, ПОТАПЕНКО Єлизавета

ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

.....67

БЛИЗЬКИЙ Артем

«ВИРОБНИЧЕ ПЕКЛО» ЯК МЕТАФОРА ДЕГРАДАЦІЇ УПРАВЛІНСЬКОЇ
СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВ: КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ ЯВИЩА

.....69

БОНДАРЕНКО Олена

КВАНТОВІ ОБЧИСЛЕННЯ В МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

.....72

ВИСОЧИН Ірина, СВІРІДОВА Катерина

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ НА ЗАЙНЯТІСТЬ У СФЕРІ ТОРГІВЛІ

.....75

ВОЛКОВА Олена

ОЦІНКА ІНСТИТУЦІЙНОЇ СПРОМОЖНОСТІ МИТНИХ ОРГАНІВ У
ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ

.....77

ВОЛЬВАЧ Ірина, РИЖИХ Максим

ESG ТА ВІДПОВІДАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ СФЕРИ
ГОСТИННОСТІ

.....82

ГАЛИНСЬКИЙ Дмитро

НИЗЬКА ПІДПРИЄМНИЦЬКА АКТИВНІСТЬ ТА НЕРОЗВИНЕНІСТЬ
СТРУКТУРИ МАЛОГО БІЗНЕСУ ЯК ФАКТОРИ РИЗИКУ ДЛЯ СТАРТАПІВ
ЗЕЛЕНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

.....86



<i>ДЖЕРЕЛЮК Юлія, МИСАН Анастасія, РАК Олександр</i> ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ЗАСАДАХ УПРАВЛІННЯ ЛОЯЛЬНІСТЮ СПОЖИВАЧІВ	89
<i>ДЖЕРЕЛЮК Юлія, НОВІЦЬКИЙ Микола</i> ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРТНЕРСЬКИМИ ВІДНОСИНАМИ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	93
<i>ДЖЕРЕЛЮК Юлія, ПОПОВИЧ Нелік</i> ІННОВАЦІЙНІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ ТОВАРНОЇ ПОЛІТИКИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА	98
<i>ЄРЕМЯН Олена</i> ІНВЕСТИЦІЇ В БЕЗПЕРЕРВНУ ОСВІТУ БУХГАЛТЕРА ЯК ІНСТРУМЕНТ АДАПТАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА ДО ШВИДКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ЗМІН	101
<i>ЖИТАР Максим</i> ФІСКАЛЬНА СТІЙКІСТЬ СОЦІАЛЬНИХ ТРАНСФЕРТІВ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОЇ ЕКОНОМІКИ	105
<i>ІЛЬЧЕНКО Вікторія, ЛЮБЧЕНКО Вікторія</i> LEAN-МЕНЕДЖМЕНТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ	107
<i>КАЗЬМІР Любомир</i> ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ ЯК ГЛОБАЛЬНИЙ ТРЕНД: ВИКЛИКИ ДЛЯ НАУКИ, БІЗНЕСУ ТА ДЕРЖАВИ	110
<i>КАНЦІР Ірина</i> АРХІТЕКТУРА АДАПТИВНОЇ СТІЙКОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВАНІ-СЕРЕДОВИЩА	113
<i>КЛИМЕНКО Лідія</i> ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ УПРАВЛІННЯ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ	116



КОКОРЄВА Ольга, ОСАДЧА Анна

САМОСВІДОМІСТЬ ЛІДЕРА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ АКТИВ КАПІТАЛІЗАЦІЇ
ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОРГАНІЗАЦІЇ

.....120

КОКОРЄВА Ольга, САФОНОВА Єлизавета

ІНКЛЮЗИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЯК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ
ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ
ТРАНСФОРМАЦІЇ

.....123

КУРОВСЬКА Альона

ВЕТЕРАНСЬКИЙ БІЗНЕС: ВІД ІДЕЇ ДО СТАЛОСТІ

.....127

МАЛЮЖЕЦЬ Олександр

ПОДАТОК НА МАЙНО В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ:
БАЛАНС МІЖ СОЦІАЛЬНОЮ ПІДТРИМКОЮ ТА ФІНАНСОВОЮ
СПРОМОЖНІСТЮ ГРОМАД

.....132

МСШКОВА-КРАВЧЕНКО Наталія, ДЕЖКУНОВ Юрій

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТІВ
ГОСПОДАРЮВАННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

.....134

НАБОКА Руслан, СЕРДЮК Олександр

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БРЕНДУ СУБ'ЄКТІВ МАЛОГО ТА
СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

.....138

НАУМОВА Ольга, НАУМОВ Олександр

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ МАЛОВІДХОДНИХ
ІНТЕГРОВАНИХ АГРОПРОДОВОЛЬЧИХ ВИРОБНИЦТВ НА ПРИНЦИПАХ
ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

.....142

НАХИМЧУК Артем, МАРТИРОСЯН Ірина, ШАЛЕНИЙ Анатолій

ПЛАНУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО СУПЕРМАРКЕТУ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА
ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

.....144

НЕДОРЕНКО Сергій, ПРИТУЛА Денис, БЕРШАДСЬКИЙ Олександр

ПСИХОЛОГІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ
НА ПІДПРИЄМСТВАХ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

.....148



НІКОЛАЄВА Анжела

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ІНТЕГРАЦІЇ ESG-ПРИНЦИПІВ У СИСТЕМУ
УПРАВЛІННЯ СУБ'ЄКТІВ БІЗНЕСУ

.....151

НОВОСЬОЛОВА Олена

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВИМОГ ДО ПЛАТОСПРОМОЖНОСТІ СТРАХОВИКІВ:
МІЖНАРОДНА ПРАКТИКА ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ В УКРАЇНІ

.....154

ОБЕЛЕЦЬ Анастасія, БАБИЧ Антоніна

ВПЛИВ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ
ЕМОЦІЙНО ОРІЄНТОВАНОГО ДИЗАЙНУ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО
СПОЖИВАННЯ ТА АПСАЙКЛІНГУ

.....158

ОЛІЙНИК Наталія, БОЛГАР Максим, МЕЛЬНИК Ігор

МІЖНАРОДНІ ПРАКТИКИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ У СОЦІАЛЬНО-
ЕКОНОМІЧНІЙ СФЕРІ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ
ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

.....162

ОСАДЧА Тетяна

ФІСКАЛЬНІ СИМУЛИ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМНИЦТВА В УКРАЇНІ
В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

.....166

ПІНЧУК Тетяна, СОЛОВЕЙ Іван

ФОРМУВАННЯ ТА РОЛЬ ESG-ЗВІТНОСТІ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ
БІЗНЕСУ

.....169

ПЛАКСІНА Оксана

ДИНАМІКА ТЕХНІКИ І СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА:
ЗАКОНОМІРНОСТІ ЇЇ РОЗГОРТАННЯ І СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИЙ ЗРІЗ

.....172

ПЛЯСКІНА Альона, БАКЛАНОВ Владислав

РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЗЕД ЗАВДЯКИ
ЛІДЕРСЬКИМ КОМПЕТЕНЦІЯМ МЕНЕДЖЕРІВ

.....176

ПОДОСИННИКОВ Сергій

ВПЛИВ ДЕРЖАВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ RD&D-ІНВЕСТИЦІЙ НА
ФОРМУВАННЯ ТА ФІНАНСУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ СТАРТАПІВ

.....178



ПОНОМАРЕНКО Ігор

МОНІТОРИНГ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ЗАСОБАМИ
КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

.....181

ПОСАДНЄВА Оксана

МАКРОЕКОНОМІЧНА НЕСТАБІЛЬНІСТЬ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ВПЛИВУ
НА ДИНАМІКУ ФОНДОВОГО РИНКУ В УКРАЇНІ

.....184

РОМАНЮК Ірина, ГОЛУБ Альона

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПІЗНАВАЛЬНОГО ТУРУ ДО ФІНЛЯНДІЇ В
УМОВАХ СУЧАСНОГО ТУРИСТИЧНОГО РИНКУ

.....188

САВЧЕНКО Володимир

АСИНХРОННІСТЬ МОТИВАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ: ВПЛИВ
НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВА

.....192

СЕЛЕЗНЬОВА Олена

ФОРМУВАННЯ СТІЙКИХ ВЗАЄМОВІДНОСИН ЗІ СТЕЙКХОЛДЕРАМИ НА
ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ СОЦІАЛЬНО-ВІДПОВІДАЛЬНОГО МАРКЕТИНГУ

.....195

СИРОТЮК Ганна, ЯНКОВСЬКА Катерина

ЗЕЛЕНА ЕКОНОМІКА ЯК ОСНОВА ТРАНСФОРМАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-
ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

.....197

СІДЕЛЬНИКОВА Лариса

СТРУКТУРНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДОХОДІВ БЮДЖЕТУ У СИСТЕМІ
ПУБЛІЧНИХ ФІНАНСІВ В УМОВАХ ВІЙНИ

.....201

СОРІНА Оксана, МАЗУР Олександр

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА В
КОНТЕКСТІ ПРИНЦИПІВ-ESG ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

.....204

СОРІНА Оксана, МАНУФЕНКО Валерія

ВПЛИВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНОЇ
СТРАТЕГІЇ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ГАЛУЗІ

.....208

СТЕМКОВСЬКИЙ Владислав

СОЦІАЛЬНО ОРІЄНТОВАНЕ ПУБЛІЧНО-ПРИВАТНЕ ПАРТНЕРСТВО ЯК
ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ГРОМАД В
УМОВАХ КРИЗОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

.....212



<i>СТЕПАНЕНКО Сергій, ХУМАРОВА Ніна, ЛАЙКО Олександр, ОСИПОВ Володимир</i>	
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА УПРАВЛІНСЬКІ АСПЕКТИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ	
.....	216
<i>ТАРАСЮК Алла, БАЛЯСНИЙ Андрій</i>	
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ МІГРАЦІЇ РОБОЧОЇ СИЛИ В УКРАЇНІ	
.....	218
<i>ЦВІЛИЙ Сергій</i>	
СТІЙКИЙ ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК ІНДУСТРІЇ УКРАЇНИ У ПОВОЄННОМУ ПЕРІОДІ ЗА РАХУНОК ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ТУРИСТИЧНОГО ПРОДУКТУ	
.....	222
<i>ЧЕРНЕГА Ольга, БАЙЛО Олександр</i>	
ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПЛАНУВАННЯ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ	
.....	226
<i>ЧЕРНЮК Вікторія, БАЙЛО Олександр</i>	
ТОЧНІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ	
.....	229
<i>ШАНДОВ Ростислав</i>	
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ СТРАТЕГІЧНИХ АЛЬЯНСІВ У ПРОМИСЛОВОМУ СЕКТОРІ	
.....	232
<i>ШАНДОВА Наталія, ГЕНС Олексій, ПАРФЬОНОВ Владислав</i>	
ВЗАЄМОДІЯ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА МЕХАНІЗМІВ ЗМІЦНЕННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПОЗИЦІЙ РЕГІОНУ	
.....	237
<i>ШАНДОВА Наталія, ГОДУНОВ Сергій</i>	
СТРАТЕГІЧНА СПРОМОЖНІСТЬ ЯК ІМПЕРАТИВ ДОВГОСТРОКОВОГО ВІДНОВЛЕННЯ ПОСТКОНФЛІКТНИХ ТЕРИТОРІЙ	
.....	243
<i>ШРАМ Тетяна, ЛИТВИНЕНКО Анна</i>	
ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ ЯК КЛЮЧОВИЙ РЕСУРС ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ПРОБЛЕМИ СУТНОСТІ ТА ВАРТІСНОГО ВИМІРУ	
.....	246



ШУКЛИНА Вікторія, НОВИЦЬКА Дарина

ЗОВНІШНЯ МОТИВАЦІЯ ПРАЦІ ПЕРСОНАЛУ ЯК УПРАВЛІНСЬКИЙ
АСПЕКТ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

.....248

ШУКЛИНА Вікторія, ОСАДЧА Анна

МОТИВАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО
РЕЛЯЦІЙНОГО КАПІТАЛУ ТА EGS-РЕЙТИНГУ ПІДПРИЄМСТВ

.....251

ЯКОВЛЄВА-МЕЛЬНИК Наталія, КАРАВАЄВ Даниїл

ЦИФРОВА ФІНАНСОВА ІНКЛЮЗІЯ В УМОВАХ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

.....255

ЯКУШЕВА Оксана, ПІДКУЙКО Андрій

ПОВЕДІНКОВІ МОДЕЛІ МАЛИХ І СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ
ВОЄННОЇ КРИЗИ: УПРАВЛІНСЬКИЙ АСПЕКТ

.....257

СЕКЦІЯ № 6 . Інформаційні технології: виклики та цифрові рішення

.....
BADARLA Theodore, VYSHEMYRSKA Svitlana

A FULL-STACK MACHINE LEARNING-BASED SYSTEM FOR CREDIT RISK
ANALYSIS

.....262

BOHDANOV Maksym, KOROHOD Hanna

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SOLUTION FOR AUTOMATIC CLOTHING
SELECTION WITH ELEMENTS OF STYLISTIC MODELING

.....267

MWANGI Suleiman

DIGITAL ACCESS AND INCLUSION IN ONLINE LEARNING: EVIDENCE FROM
THE POODLE APP AT ST. PAUL'S UNIVERSITY, KENYA

.....271

SAMOKISH Ivan, KOROHOD Hanna

AUTOMATED DOCUMENT FORMATION WITH MULTILINGUAL
GENERATION SUPPORT

.....275

VASENKO Vladyslav VYSHEMYRSKA, Svitlana, KORNILOVSKA Nataliia

ACCELERATING GRAPHICS SOFTWARE WITH OPENMP PARALLEL
COMPUTATIONS

.....278



АГЕСНКО Андрій, БОСКІН Олег

ЦИФРОВА СТІЙКІСТЬ ПРИФРОНТОВОГО РЕГІОНУ ТА АНАЛІЗ
МЕХАНІЗМІВ ПОШИРЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ, СКАМУ ТА ФІШИНГУ В
ХЕРСОНСЬКОМУ СЕГМЕНТІ СОЦМЕРЕЖ

.....283

БАБИШЕНА Мар'яна

ЦИФРОВІ ПРОЄКТИ З ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ

.....285

БЕЛЬМАЗ Павло, ЧЕРЕПАЩУК Григорій

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АПАРАТНОЇ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ
ВИМІРЮВАННЯ МИТТЄВОЇ СКВАЖНОСТІ ВИСОКОЧАСТОТНИХ
СИГНАЛІВ

.....287

БОЖКО Надія

РОЗУМНІ ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ ІОТ ТА КІБЕРБЕЗПЕЧНИХ
МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

.....290

БОСКІН Олег, СИДОРЧУК Даніл

ГЕНЕРАТИВНИЙ ШІ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНИХ КОМУНІКАЦІЙ
ВІДНОВЛЕННЯ РЕГІОНУ

.....295

БОСКІН Олег, ФІЛІПЧУК Віктор

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ПРОТИДІЇ КІБЕРЗАГРОЗАМ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИМ МАНІПУЛЯЦІЯМ У ЦИФРОВОМУ ПРОСТОРІ
ПРИФРОНТОВОГО РЕГІОНУ НА ПРИКЛАДІ ХЕРСОНСЬКОГО СЕГМЕНТУ
СОЦМЕРЕЖ

.....299

БОЯРСЬКИЙ Євген, ЛУР'Є Ірина, КОРНІЛОВСЬКА Наталія

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТОВАРНИМИ
ЗАПАСАМИ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ З NLP-ІНТЕРФЕЙСОМ

.....303

БУГАЙОВА Надія, ВИШЕМИРСЬКА Світлана

АНАЛІТИКА ІГРОВОГО ДОСВІДУ: ВАЛІДАЦІЯ НАРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ В
ДЕТЕКТИВНИХ СИСТЕМАХ

.....307

ВАРНАВСЬКИЙ В.О., ВАРНАВСЬКА І.В.

ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КОГНІТИВНА
ПСИХОЛОГІЯ: ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ З УРАХУВАННЯМ
ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ КОРИСТУВАЧА

.....311



<i>ВАСЕНКО Владислав, ЛУР'Є Ірина, КОРНІЛОВСЬКА Наталія</i> ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ETL-КОНСОЛІДАЦІЇ ТОВАРНИХ ДАНИХ ДЛЯ SMS ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ	314
<i>ВОРОНЕНКО Марія, СОРОКОВСЬКИЙ Максим</i> ВИКЛИКИ ТА ЦИФРОВІ РІШЕННЯ НА БАЗІ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ	319
<i>ГОНЧАР Віктор, ДЕМКІВСЬКА Тетяна</i> СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ШИФРУВАННЯМ КЛЮЧІВ ДОСТУПУ	323
<i>ГРИГОРОВА Анжела, МОКЛЯК Микита</i> КОНЦЕПЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ КРИПТОГРАФІЧНОГО МОДУЛЯ ТРМ	326
<i>ГРИЦУК Юрій</i> МАРКЕТИНГОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ НА БАЗІ NO-CODE ПЛАТФОРМ: АРХІТЕКТУРА ТА ІНТЕГРАЦІЯ	329
<i>ДРОЗДОВА Євгенія, КОЗЕЛ Віктор, ІВАНЧУК Олексій</i> ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ПЕРЕВІРКИ ЦІЛІСНОСТІ ДАНИХ У ЦИФРОВИХ СЕРВІСАХ НА ОСНОВІ ДЕРЕВ ХЕШУВАННЯ	333
<i>ЄРОХІН Данило, ДЕМКІВСЬКА Тетяна</i> РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОБРОБКА ГОЛОСОВИХ КОМАНД	337
<i>ЖАРІКОВА Марина</i> МІЖНАРОДНА МАГІСТЕРСЬКА ПРОГРАМА З ЦИФРОВОГО ВРЯДУВАННЯ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК МОЖЛИВІСТЬ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ: ПРОЄКТ AI4GOV-X	340
<i>ЖОВНІРЧИК Людмила</i> ПАРАЛЕЛЬНІ АЛГОРИТМИ В JAVA: ВИКОРИСТАННЯ FORK/JOIN FRAMEWORK ДЛЯ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ	343
<i>ЗАХАРЧЕНКО Раїса, ПЯТЬКО Олександр</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОДУКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРА	345



<i>ЗАХАРЧЕНКО Леонід, ФІЛІПЧУК Віктор</i> ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГОТЕЛЬНИМ БІЗНЕСОМ «BRIGHT HOTEL»	347
<i>КАЛАМАН Ольга, Дмитро ХАРЕНКО</i> ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ ГОСТИННОСТІ	349
<i>КІКНАДЗЕ Артем, МАТВІЙЧУК Олексій</i> ВИКОРИСТАННЯ LLM-АГЕНТІВ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИПРАВЛЕННЯ ПОМИЛОК У CI/CD ЛОГАХ	353
<i>КОЗАЧЕНКО Валентина, ДЕМКІВСЬКА Тетяна</i> РОЗРОБКА ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ТРЕКІНГУ ОСОБИСТОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГРАМІСТА З ПІДТРИМКОЮ OKR/KPI	355
<i>КОЗУБ Наталія, КОСТІК Юлія, ШВИДКИЙ Олег</i> АДАПТИВНЕ ТЕСТУВАННЯ ФІНАНСОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ТА ПОВЕДІНКОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ	359
<i>КОЛЯНДРА Юлія, СОКОЛОВА Євгенія</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ У БОРТОВИХ СИСТЕМАХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	362
<i>КОМІСАРОВ Олександр, КОВАЛЬОВ Давід</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ (ASO, PSO, GWO) ДЛЯ ЗАДАЧ ПОКРИТТЯ ПЛОЩІ В ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЯХ	366
<i>КОМІСАРОВ Олександр, КУЛІНИЧ-ШВЕЦЬ Данило</i> ГІБРИДНИЙ ПІДХІД НА ОСНОВІ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА НАВЧАННЯ З ПІДКРІПЛЕННЯМ ДЛЯ КООРДИНАЦІЇ ГЕТЕРОГЕННИХ ГРУП АВТОНОМНИХ АГЕНТІВ	372
<i>КОМОК Володимир, КОРОГОД Ганна</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ТА ЗВЕДЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ З ВІЗУАЛІЗАЦІЄЮ РЕЗУЛЬТАТІВ	378



<i>КОРНІЛОВСЬКА Наталія, КАСЬЯНОВ Павло, ЛУР'Є Ірина</i> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ МЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ ТА АВТОМАТИЧНОГО РЕФАКТОРИНГУ	380
<i>КРИВОРУЧКО Олена, КУЛІНІЧ Олег</i> МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КІБЕРЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	383
<i>КУПРІЯНОВ Олександр, СИТНИКОВ Валерій</i> ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ РЕПЛІКАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЕНИХ МІКРОСЕРВІСНИХ СИСТЕМ	388
<i>ЛАБЧУК Віталій, ЗАХАРЧЕНКО Раїса</i> SMALL DATA В УМОВАХ СОЦМЕРЕЖЕВОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА ТІНЬОВИХ ОБМЕЖЕНЬ	392
<i>ЛИСТОПАД Олексій, ЛИСТОПАД Наталя</i> ТРАНСФОРМАЦІЯ ЦИФРОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ВЗАЄМОДІЇ НАУКИ ТА БІЗНЕСУ	395
<i>МАКАРЕНКО Олег, ДЕМКІВСЬКА Тетяна</i> ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ ВИБОРУ ВЗУТТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРАКТИВНОЇ 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ	399
<i>МАКСИМЕНКО Данило, ДЕМКІВСЬКА Тетяна</i> АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПРОДУКТИВНОСТІ ІТ-ФАХІВЦІВ	402
<i>МАРДАРОВА Ірина, ГУДАНИЧ Наталя</i> ЦИФРОВІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ: ІНСТРУМЕНТИ, СЕРВІСИ ТА ВЗАЄМОДІЯ НАУКИ І БІЗНЕСУ	406
<i>МАХМУДОВ Турал, КАРАМУШКА Марина</i> ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ІНСТРУМЕНТИ ТА ВИКЛИКИ	410



МЕДИНСЬКИЙ Микола

АРХІТЕКТУРА ДОВІРИ В ЕПОХУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: КІБЕРБЕЗПЕКА,
ЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ ТА УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ В ЦИФРОВИХ
ЕКОСИСТЕМАХ

.....413

МІНАЄВ Дмитро, КАРАМУШКА Марина

ПРОГРАМУВАННЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

.....416

МОЛОДОЖОН Юрій, СИТНИКОВ Валерій

ІНТЕГРОВАНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМИ ПЛАТФОРМАМИ В
СИСТЕМАХ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ НА ОСНОВІ ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ ТА
ІНФРАСТРУКТУРНИХ ДАНИХ

.....419

НЕДУЖКО Владислав, ДЕМКІВСЬКА Тетяна

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІЗУАЛЬНОГО
КОНСТРУКТОРА ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСІВ ІЗ ФУНКЦІЄЮ АВТОМАТИЧНОЇ
ГЕНЕРАЦІЇ КОДУ

.....423

ОГНЄВА Оксана, КОРНІЄНКО Олександр

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ПРОГРАМУВАННЯ НА PYTHON

.....426

ОГНЄВА Оксана, РИНДЕНКО Єлизавета,

МЕТОДИ КОНТРОЛЬОВАНОГО РЕДАГУВАННЯ ТЕКСТІВ ВЕЛИКИМИ
МОДЕЛЯМИ

.....428

ПАЛАГУТА Катерина

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ОСВІТНІ ЕКОСИСТЕМИ:

ТРАНСФОРМАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ ЗАСОБАМИ ІІІ

.....432

ПРИСЯЖНИЙ Ярослав

МЕТОДИ ПРІОРИТИЗАЦІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕГРЕСІЙНИХ НАБОРІВ
У БЕЗПЕРЕРВНІЙ ІНТЕГРАЦІЇ

.....435

РУССКИЙ Андрій, МОІСЕЄНКО Світлана, КОРНІЛОВСЬКА Наталія

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ВЕБ-КОНТЕНТОМ НА БАЗІ DJANGO ТА WAGTAIL

.....439

САВІН Анатолій

ОРГАНІЗАЦІЙНІ СКЛАДОВІ МОДЕЛЕЙ ІНФОРМАЦІЙНИХ
СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ (ІСУП)

.....443



<i>СЕРГІЄНКО Гліб, ДЕМКІВСЬКА Тетяна</i> СТВОРЕННЯ МОДУЛЬНОЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КООРДИНУВАННЯ РОБОТИ РОЗРОБНИКІВ ПРОЄКТІВ	447
<i>СЕРДЮК Богдан, КОРОГОД Ганна</i> РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ВІДСТЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ GPS ТА ІОТ	450
<i>СИДОРУК Марина, ВОРОБІЙОВ Артем</i> ОСНОВНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ДАНИХ У ПРОТОКОЛАХ СТЕКУ TCP/IP В УМОВАХ СУЧАСНИХ КІБЕРЗАГРОЗ	452
<i>СКІДАН Владислава, КРАСНОЩОК Владислав</i> ПРОГРАМНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ДОКУМЕНТООБІГУ НА ОСНОВІ TF-IDF ТА COMPLEMENT NAIVE BAYES	456
<i>СОЛОДІЛОВА Анастасія, СОРІНА Оксана</i> ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПУБЛІЧНИХ ФІНАНСІВ: ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАТФОРМИ E-DATA ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ЕФЕКТИВНІСТЮ ВИКОРИСТАННЯ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ	461
<i>СОРОКА Богдан, ДЕМКІВСЬКА Тетяна</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ І ВІЗУАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ КОЛЕКЦІЙ ОДЯГУ	464
<i>СОЦЕНКО Максим, КАРАМУШКА Марина</i> GOOGLE APPS SCRIPT У GOOGLE ТАБЛИЦЯХ ЯК ДОСТУПНИЙ ІНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС- ТА ОСВІТНІХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ УКРАЇНИ	467
<i>СТЕЦЮК Микола, ЗАХАРЧЕНКО Раїса, ЗАХАРЧЕНКО Леонід</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГЕТЕРОГЕННИМИ АНСАМБЛЯМИ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ	470
<i>ТЕЛЬЧАРОВ Едуард, КОРОЛЬКОВ Владислав</i> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	473



ТИМКОВИЧ Василь, ЗУБ Павло

ДОСВІД ПОБУДОВИ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ
ОНЛАЙН ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ ІІІ ПРИ
ВПРОВАДЖЕННІ SIMBIOZ EMS

.....477

ТРУБАЧОВ Ігор, БОГДАНОВА Ліна

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПОВТОРЮВАНІЙ ДИЛЕМІ
В'ЯЗНЯ

.....480

УЧЕНЬ Олена, СКІДАН Владислава, МИТЕЛЬСЬКА Олена

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЙМІФІКОВАНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЗАЛУЧЕНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ДО БЛАГОДІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

.....484

ХОДАКОВСЬКИЙ Андрій, КАРАМУШКА Марина

ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БІЗНЕСІ: ПЕРЕВАГИ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
ВПРОВАДЖЕННЯ

.....487

ХОХЛОВ В. А., ДОБРОВОЛЬСЬКА В. А., ЗАЗА Ю. Я.

ВПЛИВ КУЛЬТУРНИХ ТА МОВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

.....491

ЧОРНОУС Сергій, КАСАТКІН Дмитро, ЧОРНОУС Олексій

ФУНКЦІОНАЛЬНО-РОЛЬОВА КЛАСИФІКАЦІЯ ВУЗЛІВ У ГРАФОВІЙ
МОДЕЛІ ГЕТЕРОГЕННОЇ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАКЛАДІВ
ВИЩОЇ ОСВІТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ РЕСУРСІВ

.....496

ШЕВЧЕНКО Карина, ДЕМКІВСЬКА Тетяна

РЕАЛІЗАЦІЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗБОРУ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ
СПІВРОБІТНИКІВ ЩОДО ЗАДОВОЛЕНОСТІ

.....500

ШЕРСТЮК Володимир, АРТЕМЕНКО Олег

ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОРОВИХ ДЕРЕВ ДЛЯ СТИСНЕННЯ ДАНИХ

.....502

СЕКЦІЯ № 7. Сучасні індустріальні технології: машинобудування, енергетика, інфраструктура та транспорт

НАРІЄВ S. M., STARUSHENKO G. A, IVANOVA H. P.

ANALYSIS OF THERMAL CONDUCTIVITY PROPERTIES OF FIBER-
REINFORCED COMPOSITES

.....507



<i>SIKORSKAITĖ-NARKUN Eglė, OKUNEVIČIŪTĖ NEVERAUSKIENĖ Laima</i> GEOPOLITICAL SHOCKS, FUEL POLICY, AND SUSTAINABLE TRANSITION IN THE EU AVIATION SECTOR	511
<i>БАНГА Михайло, ТОРОПЕНКО Віталій</i> ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ТА СТІЙКОСТІ ДО ОБРОСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТТІВ	518
<i>БІЩАК Р.Т., САПРОНОВ О.О., БРАЇЛО М.В.</i> ОПТИКО-ЦИФРОВИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ КОРОЗІЙНИХ ДЕФЕКТІВ ГАЗОПРОВОДУ	520
<i>БРАЇЛО М.В., САПРОНОВ О.О., БІЩАК Р.Т.</i> ЗАСТОСУВАННЯ БАНДАЖНИХ ВИРОБІВ ПРИ РЕМОНТІ ТРУБОПРОВОДІВ ГАЗО-НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ	523
<i>БУКЕТОВ Андрій, СТРЕЛЬЧЕНКО Владислав, САПРОНОВА Людмила</i> МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ ДЛЯ ГАЗО- НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ	526
<i>БУРЛАКА Олександр</i> ТРАНСПОРТНА ГАЛУЗЬ У ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЯК ПРОСТІР ЕФЕКТИВНИХ РЕКЛАМНИХ КАМПАНІЙ ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ	528
<i>ВОЙТОВИЧ Ольга, ТКАЧ Віра</i> ВПЛИВ ОНОВЛЕНИХ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ТОВАРОЗНАВЧОЇ ЕКСПЕРТИЗИ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ВИЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ЗБИТКУ (НА ПРИКЛАДІ VOLKSWAGEN CARAVELLE)	531
<i>ВОЛОШИН Микола</i> ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ В БУДІВЛЯХ	535
<i>ГАВРИШ Павло</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- КЕРУЮЧИМИ СИСТЕМАМИ В РЕКЛАМНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	538



<i>ГРИГОРЕНКО Ярослав, ДМИТРИЄВ Дмитро</i> СМАРТИЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ І ПОСТОБРОБКИ 3D-ДРУКУ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ	541
<i>ДЕМЧЕНКО Валерій, САПРОНОВА Анна</i> ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БАНДАЖНИХ ВИРОБІВ ПРИ РЕМОНТІ ТРУБОПРОВІДІВ ГАЗО-НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ	544
<i>ДОН Наталя, ПОГРЕБНЯК Ірина, СТЕПАНЧИКОВ Дмитро</i> АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ У ПОВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ХЕРСОНЩИНИ	546
<i>ДОЩЕНКО Галина, НАГОВСЬКИЙ Дмитро</i> СИСТЕМНИЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ	549
<i>КОВАЛЕНКО Роман</i> ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	553
<i>КРАВЧЕНКО Володимир</i> ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ СТІЧНИХ ВОД	557
<i>КУЗНЄЦОВ Сергій, БЕЗПАЛЬЧЕНКО Віолета, СЕМЕНЧЕНКО Оксана, ІВКІНА Єлизавета</i> СИНТЕЗ НОВИХ КАТАЛІЗАТОРІВ ДЛЯ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ МОНООКСИДУ КАРБОНУ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ	560
<i>КУРАК Владислав, АНДРОНОВА Олена</i> ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ПІД ЧАС ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ХЕРСОНЩИНИ	564
<i>ЛАВРИЧ Юрій</i> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РЕА	567
<i>ЛАЗОРИК В.В., ЛЯШКО О.В.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСО- ТА КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ ШЛЯХОМ ПЛАКУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ ПОРОШКІВ	571



<i>ЛИТВИНЕНКО Віктор</i> ВІДНОВЛЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ЧАС	573
<i>ЛУБ'ЯНИЙ П.В., СУСОРОВА О.А., КУЗЬМЕНКО І.О.</i> ЕВОЛЮЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У М. ХЕРСОН	577
<i>МЄШКОВ Юрій</i> ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ	581
<i>МОСЬПАН В.М., ГУРБІН Є.І.</i> ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ АЛЬЯНСІВ У СИСТЕМІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА УМОВ РИНКОВОЇ КОНКУРЕНЦІЇ	585
<i>НЕЧАСЬВ Василь, РЯЗАНЦЕВ Антон</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТА ПРИ ПЛАЗМОВО-МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ	588
<i>ПЕТРОВСЬКИЙ А.В., АППАЗОВ Е.С.</i> МОДЕЛЬ ECDIS USABILITY INDEX (EUI) ДЛЯ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЗРУЧНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ECDIS	590
<i>ПРОЦЕНКО В.О., МІНЮКОВ А.П.</i> РЕЗЕРВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРОЛЕЙБУСНОГО СПОЛУЧЕННЯ В МІСТІ ХЕРСОНІ	594
<i>РУСАНОВ Сергій, КЛЮЄВ Олег, ШАТОХІНА Ірина, ЦИМБАР Андрій</i> СПІРАЛЬНО-КАПСУЛЬНИЙ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОР ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	598
<i>САПРОНОВ Олександр, ШАРАНОВ Владислав, БАНГА Михайло</i> ЕПОКСИДНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ І ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ	602
<i>САПРОНОВА Анна</i> МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ РІШЕННЯ У ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ ХЕРСОНЩИНИ	604



СЄЛІВЕРСТОВ І.А., СМІРНОВ І.В.

СТВОРЕННЯ НОВИХ 3D-КОМПОЗИТИВ СПОНГІН-ТИТАН МЕТОДОМ
ІОННО-ПЛАЗМОВОГО (ВАКУУМНО-ДУГОВОГО) ОСАДЖЕННЯ

.....605

СЄЛІВЕРСТОВА Світлана, ОГЛОБЛІН Михайло

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОЇ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ СУХОВАНТАЖНИХ СУДЕН

.....610

СЛАВИЧ В'ячеслав, БАБІЙЧУК Костянтин

БАГАТОПРОДУКТОВІ ТРАНСПОРТНІ ЗАДАЧІ У ЛОГІСТИЧНИХ
СИСТЕМАХ

.....613

СОЦЕНКО Віталій, СТРЕЛЬЧЕНКО Владислав, ФОСТИК Петро

НОВІТНІ ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ ДЛЯ ГАЗО-
НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

.....615

ШАРАНОВ Владислав, САПРОНОВ Олександр, ДАНИЛЕНКО Денис

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-РЕМОНТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ
ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ І ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

.....618



ПРОГРАМА ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

22 квітня 2026 року

1. ВІД ВОЄННОГО ХАОСУ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЦЕНТРУ.
ФОРМУВАННЯ УКРАЇНИ 2030-Х
Сергій Лабазюк - Народний депутат України, член Комітету Верховної Ради України з питань аграрної та земельної політики, м. Київ, Україна
2. ЄВРОПЕЙСЬКІ НОРМИ У СФЕРІ КОМПЕТЕНЦІЇ ОРГАНІВ
ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ ТА МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ УКРАЇНИ
Олександр Самойленко - голова Херсонської обласної ради, кандидат юридичних наук, доцент кафедри права Дніпровського гуманітарного університету, м. Херсон, Україна
3. THE ENDOSYMBIOTIC PEDAGOGY OF URGENCY
Marc Boumeester - Doctor, Head of Research, ArtEZ University of the Arts, Zwolle, The Netherlands, European League of Intitutes of the Arts (ELIA), м.Цвюлє, Нідерланди
4. МІЖ АДАПТАЦІЄЮ І ТРАНСФОРМАЦІЄЮ. ЩО ШІ РОБИТЬ З
ОСВІТОЮ
Дмитро Чумаченко - к.т.н., доцент Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут», голова підкомітету «ШІ + Освіта і наука» при Мінцифри України, координатор ГО «Прогресильні», м.Харків, Україна
5. ПОБУДОВА СТІЙКОЇ ЕКОСИСТЕМИ ІТ-ОСВІТИ ТА БІЗНЕСУ: РОЛЬ
КЛАСТЕРНИХ ІНІЦІАТИВ У РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ
Олена Дудник, кандидат економічних наук, доцент, керівник освітнього відділу Громадської спілки «Харківський кластер інформаційних технологій», м. Харків, Україна
6. ЗНАЧЕННЯ ВЕТЕРАНСЬКОГО ЛІДЕРСТВА В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ
Віталій Олуйко - президент Ветеранського благодійного фонду «Закон і справедливість» , доктор наук з державного управління, професор, ветеран російсько-Української війни, м. Хмельницький, Україна
7. ВІЙСЬКОВІ ВИТРАТИ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ: МІЖ
ПРІОРИТЕТАМИ БЕЗПЕКИ ТА ЦІЛЯМИ РОЗВИТКУ
Prof. Dr Habil. Lesya Kolinets – старший науковець, факультет бізнес менеджменту, Вільнюського технічного університету ім.Гедимінаса, доктор наук, професор, м. Вільнюс, Литва
8. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ В
СУЧАСНИХ УМОВАХ
Володимир Балін – в.о. Президента Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України (АсМАП), м. Київ, Україна



9. АГРО НЕ ДЛЯ ВСІХ? ЕКСПЕРТНИЙ, КОМЕРЦІЙНИЙ І КАР'ЄРНИЙ РОЗВИТОК

Назар Житкевич - Директор з маркетингу Vitagro group ex brand leader Fedoriv agency, м. Київ, Україна

10. НАУКА В УМОВАХ ВІЙНИ І ТРАНСФОРМАЦІЙ

Володимир Павліков – доктор технічних наук, професор, голова Ради проректорів з наукової роботи, проректор з наукової роботи Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут», начальник ДержНДІ технологій кібербезпеки Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації, м. Київ, Україна

11. PRIMARY AND SECONDARY SCHOOL EDUCATION IN THE ERA OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: FROM CHALLENGES TO QUICK SOLUTIONS AND POLICY CHANGES

Marek Łukasik – Dr hab., Associate Professor , Vice-Rector for Development and Cooperation, Head of the Centre for Digital Humanities Pomeranian University in Słupsk, Department of English Studies, Pomeranian Centre for Digital Humanities, м. Слупськ, Польща

12. Інтерв'ю – дискусія

УНІВЕРСИТЕТ ЯК ПРОСТІР ІДЕЙ, ЛЮДЕЙ І СПІЛЬНОЇ ДІЇ

Євген Глібовицький - громадський діяч, директор Інституту фронтиру, Україна

13. Підведення підсумків

Олена Чепелюк - доктор технічних наук, професор, ректор Херсонського національного технічного університету, м. Херсон-Хмельницький, Україна



Секція № 5

**СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА УПРАВЛІНСЬКІ
АСПЕКТИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-624-2-5>

UDC 331.5-053.6:316.4

Oleksandr DLUHOPOLSKYI

Dr. Ec. Sc., Professor

*Professor of Economics and Global Studies Department
West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine*

**THE NEETS PHENOMENON IN EUROPE: TRENDS,
DETERMINANTS AND POLICY IMPLICATIONS**

In today's world, grounded in the principles of inclusion, sustainability, and democracy, increasing attention is being paid to the issue of young people who are not in education, employment, or training – the so-called NEETs (Not in Education, Employment or Training) category. This social group is particularly vulnerable to social isolation, poverty, and marginalisation, posing significant challenges to sustainable societal development, economic growth, and overall prosperity. The rising proportion of NEETs across various countries highlights the existence of systemic issues within education systems, labour markets, and social protection frameworks [1].

The integration of young people from the NEETs group into economic and social life represents a crucial objective of public policy at all levels. This goal extends beyond merely reducing youth unemployment; it also seeks to enhance their social capital, civic engagement, and overall quality of life. Successful integration of this category requires a comprehensive approach that encompasses educational reform, the creation of favourable conditions for employment, and the development of effective mechanisms of social support for those genuinely in need.

A notable example of such integration at the international level is the United Kingdom government's "Back to Work Plan" [2], which is aimed at enhancing the economic participation of individuals who remain outside the labour market, including young people. The plan provides for expanded access to personalised support, retraining programmes, psychosocial assistance, and employment facilitation in regions with low economic activity, thereby demonstrating the effectiveness of flexible state measures in engaging NEETs. This issue is relevant across virtually all European countries, given the varying levels of socio-economic development across



regions, disparities in access to key local public goods, and differences in the perception of inclusive and sustainable development.

Overall, interest in the topic of NEETs in academic publications between 2011 and 2025 is illustrated in Fig. 1.

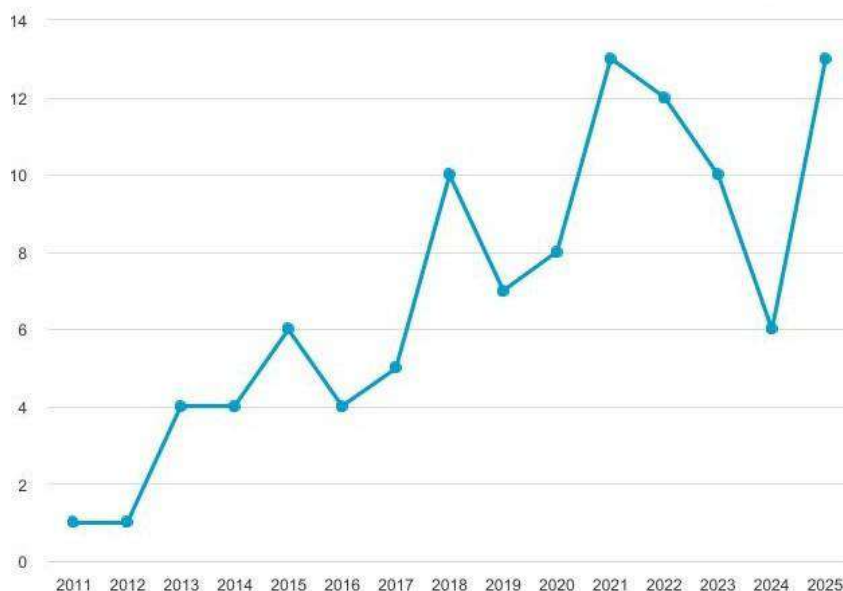


Fig. 1. An illustration of the academic interest in the topic of NEETs in Scopus database (2011-2025)

Between 2011 and 2014, there was a gradual increase in scholarly interest in the NEETs phenomenon, with the number of publications rising from just one in 2011-2012 to four in 2013-2014. This suggests the initial emergence of academic attention to the issue, particularly in the context of the aftermath of the 2008-2009 global economic crisis. Peaks in publication activity on NEETs are observed in 2017 (10 publications) and 2021 (13 publications), which may be attributed both to heightened attention to youth employment in Europe and the adoption of relevant EU-level policies, as well as to the COVID-19 pandemic. The latter significantly exacerbated the NEETs issue due to the suspension of educational processes, a reduction in job opportunities, and increased social vulnerability among young people. In 2023–2024, a temporary decline in institutional interest in NEETs can be observed, accompanied by a shift in research focus towards related topics such as digital skills and financial literacy. However, even in the incomplete year of 2025, the number of publications once again reaches a peak (13 publications), reflecting renewed political initiatives and the development of new analytical approaches for assessing the long-term consequences of being in a NEET status. Overall, peaks in academic publishing activity clearly correlate with global and regional crises, highlighting the sensitivity of scholarly research to the broader socio-economic context.



Fig. 2 illustrates the leading countries in terms of the number of academic publications on the NEETs phenomenon.

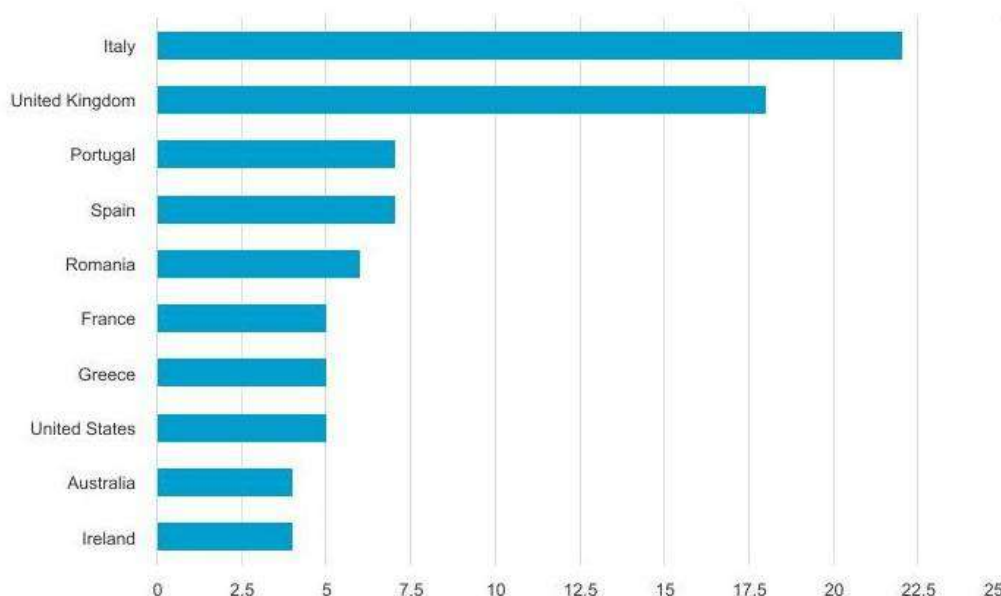


Fig. 2. The geographical distribution of academic interest in the NEET issue

The highest level of academic interest is observed in Italy, which ranks first in the number of related publications. This reflects the significant relevance of the NEETs issue in the Italian context, as the country reports one of the highest NEETs rates among youth in Europe. The United Kingdom follows, indicating sustained academic and policy-level engagement with the topic. This trend aligns with the implementation of national strategies such as the “Back to Work Plan” [2], alongside broader European inclusion frameworks. Portugal, Spain, and Romania demonstrate a moderate level of academic engagement, consistent with their elevated youth unemployment rates. France, Greece, and the United States also show a moderate level of interest, while the lowest levels are observed in Australia and Ireland. Academic interest in the NEETs issue is most pronounced in countries where the phenomenon constitutes a pressing social challenge, particularly in Southern Europe, and is closely linked to broader demographic trends, including global population ageing [1; 3; 4; 5]. This suggests a strong correlation between the volume of academic research and the socio-economic and policy landscapes of the respective countries. Fig. 2 also shows that the highest level of academic interest in the NEETs issue is concentrated in developed countries characterised by democratic institutions, market economies, welfare states, and extensive social protection systems. This pattern reflects a growing global recognition of the NEETs phenomenon as a major challenge to social cohesion, youth policy, and sustainable economic development.

As illustrated in Fig. 3, the NEETs issue is inherently interdisciplinary, though it is dominated by the fields of social sciences, medicine, and psychology.

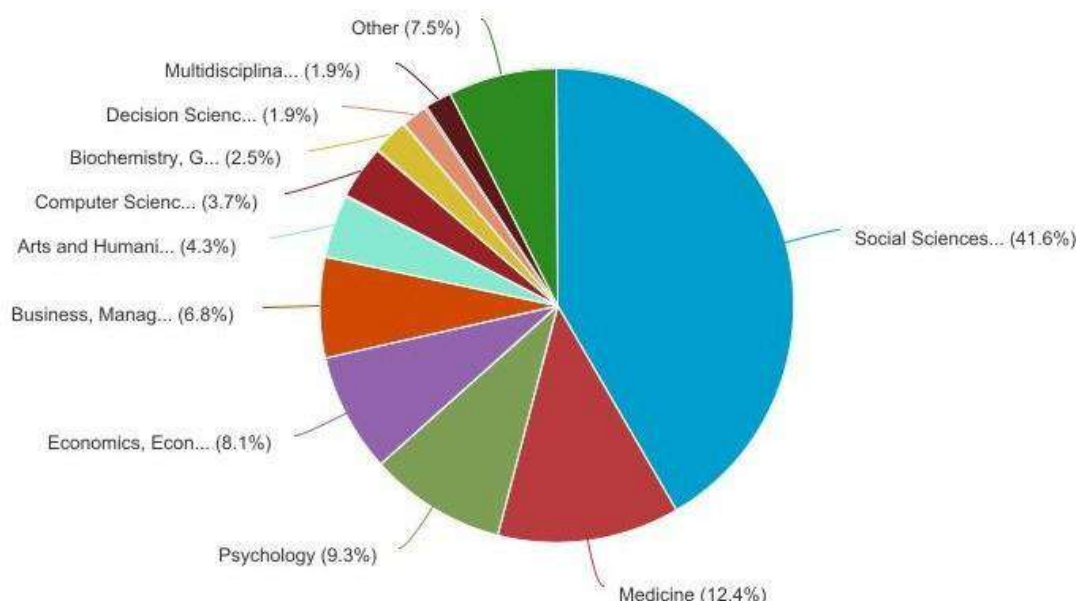


Fig. 3. Analysis of NEET-related research by disciplinary fields

The largest share of publications is concentrated within the social sciences (41.6%), which is unsurprising given that the NEETs phenomenon is directly linked to social policy, education, employment, inclusion, and youth integration. Social sciences provide both theoretical frameworks and applied methodologies for analysing the structural causes and consequences of NEETs status, including issues of social mobility, inequality, and institutional support. Medicine ranks second in terms of its contribution to NEET-related research (12.4%), indicating growing attention to mental health, stress, addiction, and other medical-social factors that often accompany the exclusion of young people from active social and economic life. Psychology occupies the third position (9.3%), reflecting scholarly interest in individual psychological determinants such as motivation, self-esteem, behavioural strategies, and the consequences of prolonged inactivity. The disciplines of economics (8.1%) and business and management (6.8%) primarily focus on the labour market implications of the NEETs phenomenon, particularly in relation to productivity, human capital investment, and the design of public policies on employment and entrepreneurship, including emerging areas such as “silver” and “green” entrepreneurship.

LITERATURE

1. Dluhopolskyi, O., Dluhopolska, T. (2024). NEETs integration into social and economic activity in a context of sustainability. *AGORA International Journal of Economical Sciences*, 18(1), 32–43. <https://doi.org/10.15837/aijes.v18i1.6708>



2. Department for Work and Pensions (2024). *Back to Work Plan will help drive economic growth in every region* [Press release]. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/news/back-to-work-plan-will-help-drive-economic-growth-in-every-region>
3. Caridà, A., Varrone, N., Altimari, A., Melia, M. (2022). The transformative power of technology to turn the silver economy into a gold society: A systematic literature review. *Silver economy: Challenges and opportunities for an aging world (Sinergie – Italian Journal of Management)*, 40(3), 119, 19–50.
4. Greco, F., Tregua, M., Carignani, F., Bifulco, F. (2022). Silver entrepreneurship: A new trend in startups. *Silver economy: Challenges and opportunities for an aging world, Italian Journal of Management*, 40(3), 119, 123–148.
5. Zhukovska, A., Dluhopolskyi, O., Zheliuk, T., Shushpanov, D., Brechko, O., Kryvokulska, N., Horiachko, K. (2021). “Silver economy”: Analysis of world trends and forecast for Ukraine. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, 24(7), 1–12. <https://www.abacademies.org/articles/silver-economy-analysis-of-world-trends-and-forecast-for-ukraine-11520.html>

UDC 005.8:502.131.1]:001.811

Virginija GRYBAITĖ

*Faculty of Business Management,
Vilnius Gediminas Technical University*

SUSTAINABILITY INTEGRATION IN PROJECT MANAGEMENT RESEARCH: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Abstract

This article presents a bibliometric analysis of Web of Science Core Collection publications on integrating sustainability into project management. Covers journals and review articles in English from 2016-2026. VOSviewer was used to examine author keyword co-occurrence. The field focuses on three core concepts: project management, sustainability, and sustainable project management. Key themes include sustainability in construction, project success and stakeholder engagement, strategic frameworks (Sustainable Development Goals, circular economy, triple bottom line), and leadership and competencies. Overlay visualisation indicates a shift toward more applied and differentiated topics, particularly SDGs, circular economy, green project management, and competencies. The paper outlines the current structure of the field and its emerging directions.



Keywords: sustainability; sustainable project management; bibliometric analysis

1. Introduction

Sustainability has emerged as a central and highly salient theme within contemporary project management research. Traditional project evaluation criteria, delivery on time, within budget, and to the required quality standard are increasingly regarded as insufficient. Instead, there is a growing emphasis on assessing projects in terms of their long-term environmental, social, and economic impacts, thus integrating a broader sustainability perspective into project governance and performance measurement (Chofreh et al., 2019; Kivilä et al., 2017). The literature has grown in different directions. Some studies focus on construction and infrastructure, others on project success, stakeholder engagement, governance, leadership, or competencies. More recent work has also linked project management to broader sustainability agendas such as the Sustainable Development Goals, circular economy, and green management approaches (Blak Bernat et al., 2023; Magano et al., 2021; Sankaran et al., 2021). This makes the field harder to grasp as a whole and is not always clear which themes dominate the literature and how they interrelate. Bibliometric analysis helps reveal the main themes, their links and the directions in which the literature is developing (Gibbin et al., 2023). Therefore, this paper aims to delineate the thematic structure and recent research trajectories of sustainability integration in project management by addressing three research questions: What thematic clusters structure the field? Which concepts occupy the most central position in it? Which research directions appear to be more recent?

2. Methodology

This study adopts a bibliometric research design. Data were extracted from the Web of Science Core Collection, which was selected as the sole data source to ensure dataset consistency and methodological transparency. The search covered the period 2016 to 2026. Only articles in English and review papers were retained. The results were subsequently refined by applying subject category filters related to management, sustainability, environmental studies, and social sciences. Following the application of these inclusion criteria, the final dataset comprised 251 publications. Bibliometric analysis was conducted using VOSviewer. To identify the conceptual structure of the field, the paper focused on the co-occurrence of author keywords. This option was chosen because it generated a more distinct and interpretable representation than broader keyword settings. The final interpretation relied on two visualisation modes: network visualisation, used to identify the thematic structure of the field, and overlay visualisation, used to highlight more recent directions in the literature.



3. Results and Discussion

The author keyword network indicates that the field is organised around three core concepts: project management, sustainability, and sustainable project management. These terms form the main backbone of the map and connect several related themes. A particularly notable thematic strand concerns sustainability-related questions within the construction field. Construction remains one of the main empirical contexts in which sustainability and project management are studied together. This aligns with previous research demonstrating that construction and infrastructure projects have played an important role in shaping sustainable project management discussions (Kivilä et al., 2017). Another key keyword cluster concerns project success and stakeholder-related themes. Terms such as project success and stakeholder engagement indicate that sustainability is increasingly seen not only as a moral or strategic issue, but also as integral to project outcomes and long-term value creation. This supports previous research arguing that sustainability in project management is tied to performance, stakeholder involvement, knowledge sharing, and broader success (Blak Bernat et al., 2023). A third thematic area concerns the integration of strategic sustainability frameworks. Keywords such as sustainable development goals, circular economy, and triple bottom line indicate that the field is increasingly aligned with broader sustainability agendas. Consequently, project management is no longer seen only as an internal delivery mechanism but as a governance and implementation tool that supports broader environmental and social goals (Chofreh et al., 2019; Sankaran et al., 2021). Smaller, but still notable connections also appear in relation to sustainable leadership, competencies, and risk management (Figure 1). Together, these themes suggest a move toward more practical organisational concerns: which capabilities, managerial behaviours, and decision-making methods are required to embed sustainability into project work in a truly meaningful way.

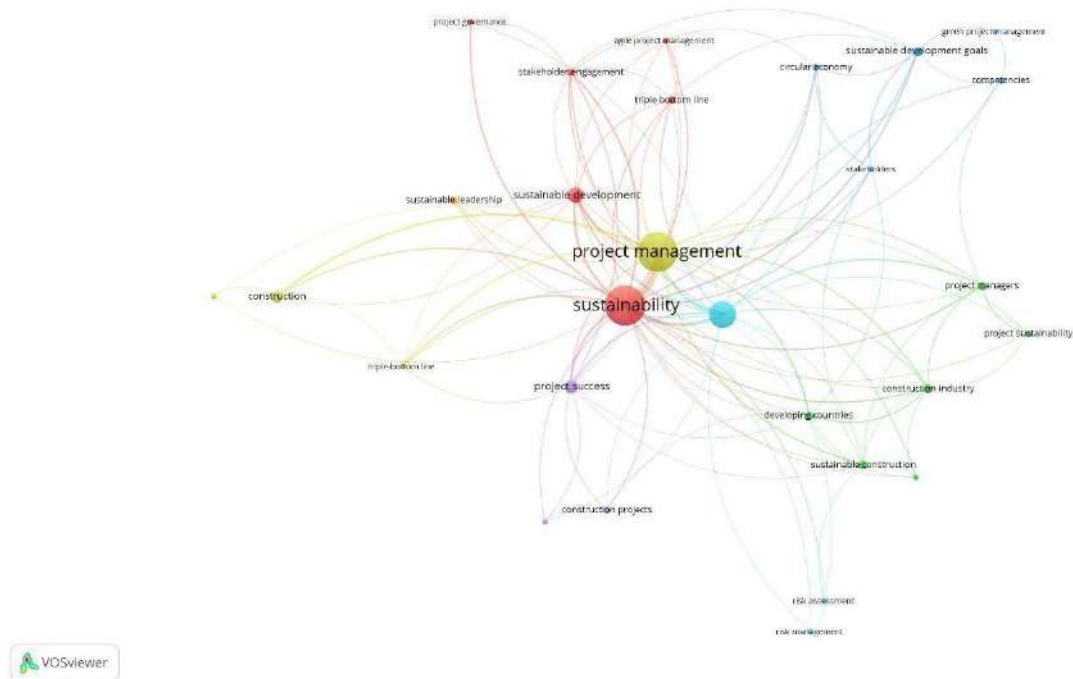


Figure 1. Co-occurrence network of author keywords in sustainability integration in project management research. Created by the author.

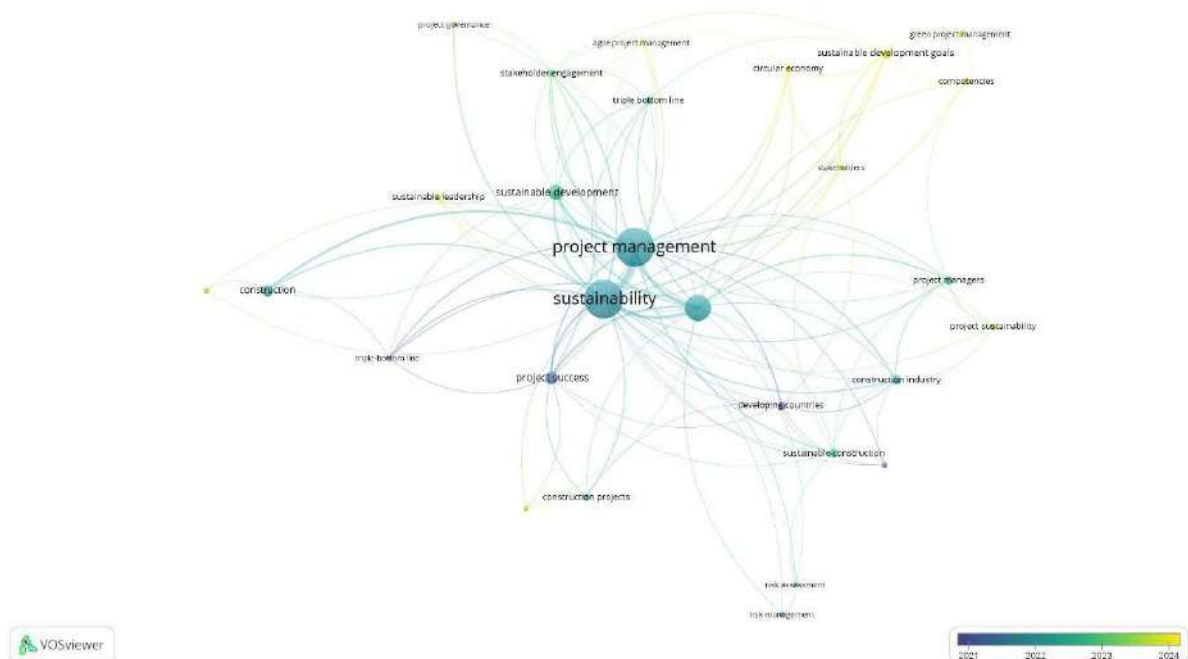


Figure 2. Overlay visualisation of author keywords in sustainability integration in project management research. Created by author.



The overlay visualisation adds another layer to this picture (Figure 2). Although project management and sustainability remain the stable centre of the field, some topics appear to be more recent than others. In particular, sustainable development goals, circular economy, green project management, and competencies seem to belong more strongly to the newer side of the map. This suggests that the field is gradually moving beyond broad conceptual discussion and towards more specific, practice-oriented, and strategically framed topics. Overall, the results show a field that is no longer emerging, but still not fully settled. Its core concepts are stable, yet its thematic edges continue to expand.

4. Conclusion

This paper maps research on sustainability integration in project management through a bibliometric analysis of Web of Science publications from 2016 to 2026. The field focuses on the links between project management, sustainability and sustainable project management, alongside related topics. The paper indicates that the field is evolving: the growing focus on the Sustainable Development Goals, circular economy, green project management, and competencies shows a shift toward more specific, managerial, and practice-orientated research. The field is thus moving from general sustainability discussions to concrete questions of implementation and strategic alignment. The paper contributes a clear overview of the thematic structure of this research area but is limited by the reliance on a single database and author keywords only, which may omit some publications and nuances. Future research could include additional databases and compare keyword-based mapping with text-based mapping of titles and abstracts.

REFERENCES

1. Blak Bernat, G., Qualharini, E. L., Castro, M. S., Barcaui, A. B., & Soares, R. R. (2023). Sustainability in Project Management and Project Success with Virtual Teams: A Quantitative Analysis Considering Stakeholder Engagement and Knowledge Management. *Sustainability* (Switzerland), 15(12). <https://doi.org/10.3390/su15129834>
2. Chofreh, A. G., Goni, F. A., Malik, M. N., Khan, H. H., & Klemeš, J. J. (2019). The imperative and research directions of sustainable project management. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117810. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.117810>
3. Gibbin, R. V., Sigahi, T. F. A. C., Pinto, J. de S., Rampasso, I. S., & Anholon, R. (2023). Thematic evolution and trends linking sustainability and project management: Scientific mapping using SciMAT. *Journal of Cleaner Production*, 414, 137753. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.137753>



4. Kivilä, J., Martinsuo, M., & Vuorinen, L. (2017). Sustainable project management through project control in infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1167–1183. <https://doi.org/10.1016/J.IJROMAN.2017.02.009>
5. Magano, J., Silvius, G., Silva, C. S. e., & Leite, Â. (2021). The contribution of project management to a more sustainable society: Exploring the perception of project managers. *Project Leadership and Society*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/J.PLAS.2021.100020>
6. Sankaran, S., Jacobsson, M., & Blomquist, T. (2021). The history and future of projects as a transition innovation: Towards a sustainable project management framework. *Systems Research and Behavioral Science*, 38(5), 696–714. <https://doi.org/10.1002/SRES.2814>

UDC 502.131.1:629.33(477)

L. ISHCHUK,

*PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Finance, Banking and Insurance,
Lutsk National Technical University, Lutsk*

O. HABRYLCHUK,

Bachelor, Lutsk National Technical University, Lutsk

SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF THE RAPID GROWTH OF THE ELECTRIC VEHICLE MARKET IN UKRAINE: PROBLEMS OF DISPOSAL AND FINANCIAL RESPONSIBILITY

Analysis of relative and absolute indicators of the electric vehicle market is critical for forecasting environmental impact in future periods. The Ukrainian electric vehicle market is demonstrating phenomenal resilience even under martial law, transforming from a niche segment into a significant factor influencing the country's environmental security.

An analysis of the dynamics indicates rapid market saturation. From 2021 to the end of 2025, the fleet of electric vehicles in Ukraine grew 7.3 times, from 33,500 to 246,000 units. The key catalyst for demand was the 2022 fuel crisis, which forced consumers to look for alternatives to internal combustion engines. The year 2025 was a record year, when the fleet grew by more than 106,800 cars, which is twice as much as the previous year. This trend is largely due to the preferential tax regime (exemption from VAT and customs duties, in accordance with the Tax Code of Ukraine), as well as the reorientation of imports towards used cars from the EU, the US, and China. Given that the average annual growth rate is 64.6%, if this trend



continues, the total fleet of electric vehicles will reach approximately 405,000 cars by 2026 [1].

To determine the actual environmental impact, we will use modeling of the accumulation of toxic components. Assuming an average battery pack weight of 450 kg, we will calculate the total weight of batteries in use at the end of each period (Table 1).

Table 1.

Estimated indicators
of mass accumulation of lithium-ion batteries in Ukraine [1-3]

Year	Actual park, pcs.	Estimated mass of battery packs, tons	Chain growth of waste mass, tons	Insurance risk assessment, UAH million
2021	33500	15 075	-	603
2022	46000	20 700	+5 625	828
2023	85881	38 646	+17946	1 546
2024	139200	62 640	+23994	2 506
2025	246000	110 700	+48060	4 428

In addition to physical mass, it is critically important to calculate the «Insurance Risk Assessment» – that is, the hypothetical cost of disposing of the accumulated volume of batteries. The calculation uses the average market cost of recycling complex chemical waste at UAH 40,000 per ton.

Analysis of the calculated indicators in Table 1 allows us to draw a number of important conclusions regarding the formation of the «deferred environmental debt»:

1. Formation of a critical mass of waste. As of the end of 2025, the total mass of batteries in operation reached 110,700 tons. This is a colossal volume of highly toxic elements, which exceeds the figures for 2021 (15,075 tons) by more than 7 times. Such a concentration of materials requires the creation of a powerful national recycling infrastructure, which currently does not exist.

2. Acceleration of accumulation rates (Chain growth). The chain growth indicator of waste mass clearly demonstrates the progressive nature of the problem. If in 2022 the park added only 5,625 tons of potential waste, then in 2025 this indicator amounted to +48,060 tons. It is important to note that the mass increase in just one year, 2025 (48,060 tons) exceeds the total accumulated mass as of 2023 (38,646



tons). This indicates that the environmental load is growing faster than the market's ability to adapt to it.

3. Economic risk assessment ("Price of the issue"). The column "Insurance risk assessment" reflects the financial equivalent of environmental liabilities. As of 2025, the amount of funds required for the safe disposal of the existing fleet is UAH 4.428 billion, this figure is actually an unsecured financial liability of the market. Compared to 2021 (UAH 603 million), the financial risk has increased by UAH 3.4 billion. The lack of a mechanism for accumulating these funds today (through insurance premiums) means that in the future 5-10 years this burden will fall on the state or local budgets in the form of expenses for the elimination of natural hazardous waste dumps.

4. Currency and inflation component. The calculation is based on a fixed cost of processing (40 thousand UAH/t), however, given the dependence of processing technologies on imported equipment and energy sources, the real cost of disposal in the future may be significantly higher. This emphasizes the need to introduce an investment component into the insurance tariff so that the reserved funds do not depreciate over time.

5. It is important to create a specialized insurance fund, the budget of which will be replenished gradually, namely at the time of import of each car. In this way, it will be possible to proactively prevent future crises, that is, to accumulate the necessary amount of resources for future needs. This system will guarantee that the «polluter pays» is not just a word, but actually ensures the implementation of future disposal.

The average service life of an electric vehicle is 8-10 years, which means that cars purchased before 2025 will no longer be operational in 2035. This situation is evidence of a «delayed effect», i.e., we are importing cars now, but in 10 years' time, the issue of disposing of highly toxic waste will arise. The lack of specialized enterprises for such a volume of work is the basis for the introduction of compulsory liability insurance for importers. Equally important is the mechanism that will effectively cover the risks at all stages of the electric car's life cycle: from potential accidents in production to financial support for the effective and completely safe recycling of inactive energy storage systems. In addition, the existence of a guaranteed insurance fund to pay for recycling services will be a powerful source of motivation and an incentive to attract investors to the development of a national recycling infrastructure. This will transform a potential environmental threat into a promising sector of the closed-loop economy.

By implementing European standards, in particular the principles of the EU Battery Regulation, Ukraine is transitioning to an Extended Producer Responsibility model. However, in order to implement this mechanism and accurately assess financial obligations, it is critically important to have a unified system for identifying the technical characteristics of the disposal facility.



REFERENCES

1. Інститут досліджень авторинку URL: <https://eauto.org.ua/news> (дата звернення: 26.03.2026).
2. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют URL: <https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangerates> (дата звернення: 26.03.2026).
3. Податковий кодекс України. Розділ XX. Перехідні положення URL: <https://tax.gov.ua/nk/rozdil-xx--perehidni-polojen/> (дата звернення: 26.03.2026).

UDC 339.9:005.334]:316.722

Mohammad JAMMAL,

*Dr., Adjunct Lecturer and Senior Admissions Officer The British University in
Dubai (BUiD)*

RESILIENCE IN INTERNATIONAL BUSINESS AND MULTICULTURAL ENTERPRISES

Abstract

In an increasingly interconnected and volatile global economy, resilience has emerged as a critical capability for international businesses and multicultural enterprises. The growing complexity of cross-border operations, coupled with geopolitical uncertainty, technological disruption, supply chain fragility, and cultural diversity, requires organizations to develop adaptive systems that can withstand shocks while maintaining strategic coherence. This paper explores resilience as a multidimensional construct that encompasses organizational, cultural, and strategic dimensions within international business contexts.

Resilience in international business is no longer limited to risk mitigation or crisis recovery; rather, it reflects an organization's capacity to anticipate disruptions, absorb shocks, adapt to changing environments, and transform in response to emerging challenges. Multinational enterprises (MNEs) operate across diverse institutional environments characterized by varying regulatory frameworks, socio-cultural norms, and economic conditions. This diversity introduces both vulnerabilities and opportunities, making resilience a dynamic and context-dependent capability. The paper argues that resilience must be embedded in organizational structures, leadership practices, and cross-cultural competencies to ensure long-term sustainability and competitive advantage.

A key dimension of resilience in multicultural enterprises is cultural intelligence and the ability to manage diversity effectively. Multicultural teams bring varied



perspectives, knowledge systems, and problem-solving approaches, which can enhance innovation and adaptability when managed appropriately. However, cultural differences can also lead to misunderstandings, conflicts, and inefficiencies if not addressed through inclusive leadership and effective communication strategies. This study highlights the role of culturally competent leadership in fostering trust, collaboration, and shared purpose across geographically dispersed teams. Leaders who demonstrate empathy, flexibility, and intercultural awareness are better positioned to navigate uncertainty and build resilient organizational cultures.

Another critical aspect of resilience is the robustness and flexibility of global supply chains. Recent global disruptions have exposed the vulnerabilities of highly optimized but rigid supply networks. The paper examines how international firms can enhance supply chain resilience through diversification, digitalization, and strategic redundancy. By leveraging advanced technologies such as data analytics, artificial intelligence, and real-time monitoring systems, organizations can improve visibility, responsiveness, and decision-making capabilities. Additionally, building strong relationships with local partners and stakeholders can provide valuable insights and support during periods of disruption.

Institutional and environmental factors also play a significant role in shaping organizational resilience. Firms operating in multiple jurisdictions must navigate varying levels of political stability, legal enforcement, and economic volatility. The ability to adapt strategies to local contexts while maintaining global integration is essential. This paper emphasizes the importance of institutional awareness and strategic agility in managing cross-border risks. Organizations that develop flexible governance structures and decentralized decision-making processes are better equipped to respond to localized challenges without compromising overall strategic objectives.

Human capital is another cornerstone of resilience in multicultural enterprises. Employee well-being, engagement, and continuous learning are vital for maintaining organizational adaptability. The paper discusses how resilient organizations invest in talent development, promote psychological safety, and encourage knowledge sharing across cultural boundaries. In times of crisis, organizations that prioritize their workforce and maintain transparent communication are more likely to retain talent and sustain performance. Furthermore, fostering a learning-oriented culture enables organizations to convert disruptions into opportunities for growth and innovation.

Digital transformation has further redefined the concept of resilience in international business. The integration of digital tools and platforms enables organizations to operate more flexibly across borders, facilitate remote collaboration, and respond rapidly to changing market conditions. However, digitalization also introduces new risks, including cybersecurity threats and technological dependencies.



This paper explores how organizations can balance digital innovation with risk management to build resilient digital infrastructures.

The paper adopts a conceptual and analytical approach, drawing on interdisciplinary perspectives from international business, organizational behavior, and strategic management. It synthesizes existing literature to propose an integrated framework for understanding resilience in multicultural enterprises. The framework identifies key drivers of resilience, including leadership, culture, technology, institutional context, and human capital, and examines how these elements interact to shape organizational outcomes.

In conclusion, resilience in international business and multicultural enterprises is a complex and evolving capability that requires a holistic and proactive approach. Organizations must move beyond reactive strategies and develop systems that enable continuous adaptation and transformation. By integrating cultural intelligence, strategic flexibility, technological innovation, and human-centered practices, international firms can enhance their resilience and thrive in an uncertain global environment. The findings of this paper contribute to the growing body of knowledge on organizational resilience and provide practical insights for managers and policymakers seeking to strengthen the sustainability and competitiveness of global enterprises.

UDC 338.2:[355.02:330.35]

Lesya KOLINETS
DSc (Economics),
Associate Professor,
Department of Economics Engineering,
Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius

MILITARY EXPENDITURE AND ECONOMIC GROWTH: BETWEEN SECURITY PRIORITIES AND DEVELOPMENT GOALS

The issue of military expenditure has regained central importance in economic research due to the intensification of geopolitical conflicts, the restructuring of security priorities, and the rapid growth of defence budgets worldwide. Russia's full-scale invasion of Ukraine fundamentally changed the policy environment in Europe and beyond, making defence spending not an exceptional but a structural component of public finance. According to SIPRI, world military expenditure reached US\$2.718 trillion in 2024, rising by 9.4% in real terms over 2023, which was the steepest annual increase since at least the end of the Cold War period covered by SIPRI's comparable series. Military spending has now increased for 10 consecutive years, and the global military burden reached 2.5% of world GDP in 2024 (Stockholm



International Peace Research Institute [SIPRI], 2025). These trends indicate that defence expenditure has become a structural component of public finance, creating tensions between security needs and productive civilian investment.

The aim of this study is to examine the relationship between military expenditure and economic growth and to identify the conditions under which high defence spending can remain compatible with long-term development, with particular attention to the Ukrainian case.

Therefore, the key question is not only how much a state spends on defence, but also whether high military expenditure can coexist with long-term development goals.

The literature does not provide a single, universally accepted conclusion on the relationship between military expenditure and economic growth. Instead, existing studies can be broadly grouped into three perspectives: those identifying a positive effect, those pointing to a neutral or negative effect, and those arguing that the impact is conditional, context-dependent, and non-linear.

A number of studies associate defence spending with favourable macroeconomic outcomes through demand stimulation, industrial expansion, employment creation, technological progress, and spillover effects from military to civilian sectors (Lee et al., 2016; Pieroni et al., 2008; Yang et al., 2015; Callado-Muñoz et al., 2023). Some authors also suggest that positive effects may emerge only under specific temporal or structural conditions, as in the long-run findings reported by Polat (2020).

At the same time, another large group of studies emphasises the limits and risks of military expenditure for economic development. Within this perspective, defence spending may crowd out productive investment, increase fiscal pressure, distort resource allocation, and weaken long-term growth performance (Heo, 2010; Herrera & Gentilucci, 2013; Saeed, 2023). Several authors also show that the effect may vary over time, with short-run negative consequences being especially visible in some country contexts (Polat, 2020; Chary, 2024; Yolcu Karadam et al., 2023).

Table 1 summarizes the main positions in the literature.

Table 1.

Main theoretical approaches to the relationship between military expenditure and economic growth

Positive / growth-supporting effects	Negative or insignificant effects	Conditional / mixed / nonlinear effects
Utrero-González et al. (2019)	Heo (2010)	Lee et al. (2016)
Callado-Muñoz et al. (2023)	Hou and Chen (2014)	Pieroni et al. (2008)
Yang et al. (2015)	Saeed (2023)	Herrera & Gentilucci (2013)



Continuation of the table 1.

Polat, 2020 (in long run)	Njamen Kengdo (2023)	Yolcu Karadam et al. (2023)
		Polat (2020) (in short run)
		Chary (2024)

Overall, the reviewed literature suggests that military expenditure should not be treated as either automatically growth-enhancing or inherently growth-reducing. Therefore, to move beyond competing theoretical claims, it is necessary to examine empirical evidence from developed countries.

We conducted an empirical analysis for seven developed countries, namely Germany, Italy, Spain, Turkey, the United States, Israel, and South Korea, using annual data for 1973–2022. The estimated pooled regression included 271 observations and showed that gross domestic investment was the only statistically significant determinant of GDP per capita growth: its coefficient amounted to 0.309, with $p \approx 2.63e-12$. The military expenditure has a negative but statistically insignificant coefficient and arms exports remain insignificant at conventional levels. At the same time, the Granger causality tests revealed clear cross-country heterogeneity: GDP per capita growth preceded higher military expenditure in Germany ($p = 0.034$) and Turkey ($p = 0.0439$), whereas military expenditure preceded GDP per capita growth in Italy ($p = 0.0380$) and showed only marginal causality in the United States ($p = 0.0511$). No significant causal relationship was identified for Spain, Israel, and South Korea. Taken together, these findings indicate that the defence-growth nexus is not structurally uniform across developed economies and that productive investment remains a more robust determinant of long-term growth than military outlays as such.

According to SIPRI, Ukraine's military expenditure reached US\$64.7 billion in 2024, while its military burden amounted to 34 per cent of GDP, the highest in the world. These figures suggest that elevated defence spending will remain a structural feature of the Ukrainian economy during deterrence, reconstruction, and force modernisation. In this context, the key question is under what conditions defence spending can remain compatible with long-term development through productive investment, domestic industrial capacity, and macroeconomic stability. For this reason, the study of military expenditure today belongs not only to defence economics, but also to the wider field of development strategy.

For Ukraine, the policy response should focus on increasing the developmental return of defence spending. This requires strengthening domestic defence production and dual-use innovation, protecting key civilian investment in infrastructure, energy, education, and digital systems, ensuring sustainable financing, improving



procurement and governance, and linking defence-industrial development with broader industrial recovery and European integration.

The central conclusion is that the compatibility of security and development depends not on the volume of military expenditure alone, but on whether defence priorities are embedded in a broader strategy of investment, innovation, macroeconomic stability, and effective public governance. In the Ukrainian case, this means that defence expenditure should be evaluated not only as a security necessity, but also as a factor shaping the trajectory of post-war recovery and long-term economic resilience.

REFERENCES

1. Callado-Muñoz, F. J., Hromcová, J., & Utrero-González, N. (2023). Can buying weapons from your friends make you better off? Evidence from NATO. *Economic Modelling*, 118, Article 106084. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.106084>
2. Chary, S. (2024). The nexus between arms imports, military expenditures, and economic growth of the top arms importers in the world: A pooled mean group approach. *Journal of Economic Studies*, 51(4), 808–822. DOI: 10.1108/JES-05-2023-0265
3. Heo, U. (2010). The relationship between defence spending and economic growth in the United States. *Political Research Quarterly*, 63(4), 760–770. <https://doi.org/10.1177/1065912909334427>
4. Herrera, R., & Gentilucci, E. (2013). Military spending, technical progress, and economic growth: A critical overview on mainstream defence economics. *Journal of Innovation Economics & Management*, 12, 13–35. <https://doi.org/10.3917/jie.012.0013>
5. Hou, N., & Chen, B. (2014). Military spending and economic growth in an augmented Solow model: A panel data investigation for OECD countries. *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*, 20(3), 395–409 DOI: 10.1515/peps-2014-0016
6. Lee, S.-C., Lee, C.-T., & Wu, S.-F. (2016). Military spending and growth: A small open economy stochastic growth model. *Defence and Peace Economics*, 27(1), 105–116. <https://doi.org/10.1080/10242694.2015.1094881>
7. Njamen Kengdo, A. A. (2023). Military spending, public debt, and economic growth in Cameroon. *Sustainable Futures*, 6, Article 100131. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2023.100131>
8. Pieroni, L., d'Agostino, G., & Lorusso, M. (2008). Can we declare military Keynesianism dead? *Journal of Policy Modelling*, 30(5), 675–691. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2008.02.005>



9. Polat, M. A. (2020). The relationship between defence expenditure and economic growth: A panel data analysis for Turkey and selected countries. *Journal of Academic Researches and Studies*, 12(22), 86–102.
 10. Saeed, L. (2023). The impact of military expenditures on economic growth: A new instrumental variables approach. *Defence and Peace Economics*. <https://doi.org/10.1080/10242694.2023.2259651>
 11. Stockholm International Peace Research Institute. (2025). SIPRI databases. <https://www.sipri.org/databases>
 12. Utrero-González, N., Hromcová, J., & Callado-Muñoz, F. J. (2019). Defence spending, institutional environment and economic growth: Case of NATO. *Defence and Peace Economics*, 30(5), 525–548. <https://doi.org/10.1080/10242694.2017.1400292>
 13. Yang, H., Hong, C., Jung, S., & Lee, J.-D. (2015). Arms or butter: The economic effect of an increase in military expenditure. *Journal of Policy Modelling*, 37(4), 596–615. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2015.03.014>
 14. Yolcu Karadam, D., Öcal, N., & Yildirim, J. (2023). Distinct asymmetric effects of military spending on economic growth for different income groups of countries. *Defence and Peace Economics*, 34(4), 477–494. <https://doi.org/10.1080/10242694.2021.1984030>
-

UDC 330.322(4-672EU)

Rasa MAŽRIMIENĖ

*PhD student, Department of Economics Engineering,
Faculty of Business Management,
Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania
(orcid.org/0009-0000-3581-6438),*

Prof. Dr. Daiva JUREVIČIENĖ

*Head of the Department of Economics Engineering,
Faculty of Business Management,
Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania
(orcid.org/0000-0002-0039-6290)*

INVESTMENTS IN EUROPEAN UNION REGIONS

Abstract.

Purpose – the objective of this study is to conduct a theoretical investigation into the nature, structure, and classification of regional funding sources.

Research methodology – the study employs a systematic and comparative analytical framework to synthesize and classify diverse scientific perspectives and methodological approaches to regional development financing. The PRISMA



protocol was implemented to systematically identify, screen, and select the most relevant bibliographic sources.

Findings – The study analyzes and summarizes various sources of regional financing, identifies their interrelationships, and forms a holistic approach to regional finances.

Research limitations – there is currently an absence of comprehensive and systematic methodological approaches for the analysis of regional development financing. However, further in-depth research in the field of regional finance, combined with the development of integrated regional investment systems, may contribute to identifying effective solutions to the challenges associated with regional differentiation.

Practical implications – balanced regional financing constitutes a fundamental prerequisite for achieving sustainable regional economic development.

Originality/Value – the study conducts a systematic review and synthesis of the existing scientific literature on regional financing, with particular emphasis on mechanisms aimed at enhancing regional competitiveness. It further examines the constituent structural components of regional financing and analyzes the functional interdependencies that emerge among these components.

Keywords: development of regions; regional financing sources; investments.

JEL codes: R11; O40.

UDC 331.5:332.12](474.5)

Laima OKUNEVIČIŪTĖ NEVERAUSKIENĖ

Dr. prof.

Lithuanian Centre for Social Sciences, A. Goštauto 9, LT–01108 Vilnius,

Faculty of Business Management,

Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,

Lithuania

LABOUR MARKET RESILIENCE IN LITHUANIA: SITUATION ANALYSIS AND REGIONAL DISPARITIES

Recent years have brought significant shifts across social and economic domains, including the business environment and labour market dynamics. A significant rise in the importance to labour market resilience is evident in international research, particularly as countries navigate structural challenges and heightened uncertainty. The emphasises that inclusive labour markets require not only addressing employment barriers but also strengthening the capacity of workers



and jobseekers to adapt to changing conditions. This OECD (2022) perspective aligns with broader empirical findings showing that resilience is shaped by the interaction between individual resources, institutional frameworks, and regional economic structures (Yasami et al., 2024, Łazniewska et al., 2023, Lopez-Tamayo, 2023).

In the European context, Lithuania maintained a comparatively strong labour market position during 2020–2024. According to Eurostat (2024), the average employment rate reached 73.6 percent in 2024, exceeding the EU average of 70.8 percent. Although unemployment remained slightly higher than the EU average, this difference is largely attributable to Lithuania's higher labour force participation. Employment growth was positive across most age groups, while unemployment trends were more volatile, particularly among young people and older workers. These patterns reflect both post-pandemic adjustments and deeper structural characteristics of the Lithuanian labour market.

To complement the macro-level indicators, the study draws on selected results from a national quantitative survey of 1,032 employed people carried out. The survey focuses on work engagement, subjective wellbeing, and other individual-level aspects relevant to labour market resilience. The survey does not aim to provide a full diagnostic picture, its findings help show how personal resources and everyday workplace experiences relate to wider economic conditions, highlighting that resilience and vulnerability often appear side by side in labour markets rather than as simple opposites.

The analysis draws on data from the State Data Agency and the Employment Service, applying comparative and statistical methods to examine unemployment dynamics, employment trends, and the influence of socio-economic factors such as GDP per capita, wage levels, and poverty risk. Previous research has shown that regional labour markets respond differently to economic shocks and that resilience is closely linked to underlying structural conditions (Borsekova & Korony, 2023, Łazniewska et al., 2023, Mustra, Simundic & Kulis, 2023, Yu et al., 2024). The findings of this study similarly indicate that there is no universal policy solution applicable to all regions. Effective regional labour market policy must be able to address both labour demand shortages and labour supply constraints, including under crisis scenarios where unemployment may rise by 20 percent or more, as highlighted in OECD assessments of labour market preparedness (OECD, 2022). Taken together, the results point to the need for targeted, evidence-based interventions that reflect the specific economic and demographic realities of each region.

This paper is a part of the project “Employment challenges and resilience in the labor market: social and individual resources and directions for their strengthening“. This project has received funding from the Research Council of Lithuania (LMTLT) (agreement No. S-MIP-24-27).



REFERENCES

1. Borsekova, K., & Korony, S. (2023). Resilience and vulnerability of regional labour markets: principal component analysis of labour market efficiency in the EU. *Regional Studies*, 57(12), 2373–2390. <https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2042507>; CSUBTYPE:STRING:SPECIAL;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER
2. Eurostat. (2024). *EU's employment rate reached almost 76% in 2024 - News articles* - Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250415-1>
3. Eurostat. (2025). <https://ec.europa.eu/eurostat/web/lfs/database>
4. Łażniewska, E., Górecki, T., & Kurowska-Pysz, J. (2023). The impact of the Covid-19 pandemic on the resilience of the labour market in the Polish-German borderland. *Eastern Journal of European Studies*, 14(2). <https://doi.org/10.47743/ejes-2023-0208>
5. López-Tamayo, J., Ramos, R., & Royuela, V. (2023). Wage flexibility and employment resilience in the Spanish labour market over the Great Recession. *Regional Studies*, 57(12), 2443–2456. <https://doi.org/10.1080/00343404.2023.2179613>
6. Muštra, V., Šimundić, B. & Kuliš, Z. (2023). Effects of smart specialisation on regional labour resilience. *Ekonomika Regiona / Economy of Regions*, 19(1), 136–149. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-11>
7. OECD Employment Outlook 2022: Building Back More Inclusive Labour Markets. *OECD Employment Outlook*, 2022. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/1bb305a6-en>.
8. State Data Agency. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/>
9. Yasami, M., Phetvaroon, K., Dewan, M., & Stosic, K. (2024). Does employee resilience work? The effects of job insecurity on psychological withdrawal behavior and work engagement. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*, 7(5), 2862–2882. <https://doi.org/10.1108/JHTI-06-2023-0423>
10. Yu, X., Song, H., Ren, T., & Xue, Y. (2024). COVID-19 and labour market resilience: evidence from large-scale recruitment behaviour. *Regional Studies*, 58(1), 45–60. *Regional Studies*, 58(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/00343404.2023.2181325>
11. Zamfir, A.-M., & Aldea, A.B. (2020). Digital Skills and Labour Market Resilience. *Postmodern Openings*, 11(1Supl2), 188–195. <https://doi.org/10.18662/po/11.1sup2/151>



UDC 005.6:004.9]:[005.932:502.131.1]

Karolina ŠŪMAKARIENĖ

*Lecturer at the Department of Management,
Faculty of Business Management,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania*

TOWARDS SUSTAINABLE ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT: UNDERSTANDING THE IMPLEMENTATION REALITIES OF QUALITY 4.0

Introduction

Quality 4.0 (hereinafter – Q4.0) is a relatively new and evolving concept in the scientific domain and still lacks a universally accepted definition [1]. In the scientific literature Q4.0 is broadly understood as the digital transformation of quality management by integrating traditional practices with advanced technologies to increase organizational performance and efficiency, improve product and service quality, and strengthen customer satisfaction, while simultaneously contributing to the long-term competitiveness and sustainability objectives [2], [3]. In addition, Q4.0 enables organizations to optimize resources, reduce environmental impacts, and align operational processes with broader social and ecological goals [4]. Therefore, Q4.0 plays a key role in supporting sustainable organizational development.

Consequently, the phenomenon is gaining more attention from both academia and business practitioners, as the emergence of Q4.0 is closely linked to the broader shift toward digitalization, which has transformed quality management from a supporting function into a strategic capability [3]. Despite the potential, wide acceptance and adoption remains limited, as many organizations struggle to move beyond initial exploration and achieve measurable outcomes [5]. Although existing research highlights both opportunities and challenges of Q4.0, the literature remains fragmented, emphasizing the need for further examination of Q4.0 as a core of sustainable organizational development.

Benefits of Quality 4.0

The implementation of Q4.0 offers a broad range of benefits that extend beyond operational improvements. For instance, according to Prashar (2023)[6], Q4.0 enhances decision-making speed, system transparency, and the ability to anticipate change, while also supporting continuous improvement and organizational learning. Furthermore, data-driven decision-making provides accurate, real-time information that improves root cause analysis and supports more precise problem-solving. Consequently, this enhances supply chain coordination, traceability, and collaboration, which in turn lead to higher product and service quality and increased



customer satisfaction[7], greater responsiveness and product customization [8], and stronger customer value and long-term loyalty.

Furthermore, according to Maganga and Taifa (2023)[9], the use of digital tools such as sensors, predictive algorithms, and digital twins enables real-time monitoring, which contributes to better process control, higher equipment utilization, and more efficient resource use. This results in improved financial performance through cost reduction and increased returns through product quality. At the same time, Q4.0 supports innovation and accelerates product development by improving design accuracy and reducing lead times, which enables organizations to respond more effectively to market demands [10]. More importantly, Q4.0 promotes a more human-centered work environment by reducing repetitive tasks, thereby improving workforce well-being and enhancing employee capabilities [11]. In addition, Q4.0 enhances risk management and compliance through proactive monitoring and automated data tracking. Antony et al. (2022)[1] argue that Q4.0 ensures regulatory compliance and strengthens organizational resilience. Elnadi & Gheith (2025)[12] state that Q4.0 contributes to environmental sustainability by optimizing resource use and reducing waste, while also improving overall competitiveness through data-driven strategic alignment.

However, realizing these benefits requires appropriate technological infrastructure, skilled human resources, and organizational readiness for continuous digital transformation, and necessitates that organizations address a range of critical barriers and enabling factors influencing the successful implementation of Quality 4.0.

Barriers and Success Factors for Implementing Quality 4.0

Despite the importance of Q4.0 for sustainable organizational development, its implementation is hindered by a wide range of barriers across financial, technological, organizational, and human-centric dimensions [13].

During implementation, organizations often face resource constraints and uncertainty. For instance, limited funding, time, and technological infrastructure, as well as no guarantees on return on investment. Moreover, internal organization's dimensions related to strategic challenges, such as the absence of a clear vision and a limited understanding of Q4.0 benefits, can further lead to misalignment with other organizational objectives, pushing Q4.0 to become an operational-level phenomenon [1][14]. In addition, lack of managerial commitment and insufficient monitoring of the process may significantly hinder the successful implementation of the Q4.0. Furthermore, human-related factors also represent a critical obstacle. For instance, the employees' resistance to change, low engagement, and lack of digital competencies can slow or completely hinder the transition toward more advanced quality management practices [9]. At the same time, McDermott et al. (2024)[11] argue that technological challenges, such as outdated systems, integration difficulties, and



concerns related to data security and privacy, further complicate the implementation process. Moreover, Antony et al. (2023)[13] further emphasize that the complexity of emerging technologies, combined with the lack of standardized tools for managing large-scale data, adds another layer of difficulty.

However, many of these barriers, when properly addressed, can become drivers of successful Q4.0 implementation. For instance, both Joshi et al. (2024)[5] and Antony et al. (2023)[13] state that strong leadership support, clear strategic alignment, and structured change management are essential for the successful implementation of Q4.0. This is further emphasized by Sony et al. (2021)[14], who argue that the development of an organizational culture that promotes innovation, adaptability, and continuous improvement is crucial for a successful transition to more advanced quality management practices. Moreover, Swarnakar et al. (2025)[15] argue that skilled human resources and active employee involvement are also critical to ensure effective use of digital tools in Q4.0. However, from a technological perspective, successful implementation depends on robust digital infrastructure, integrated system connectivity, and reliable data management [16]. Moreover, the integration of automation, cybersecurity measures, and scalable systems further supports long-term implementation. Finally, collaboration with external partners and alignment with market and regulatory environments enhance the effectiveness of Q4.0 initiatives [5]. Ultimately, the successful implementation of Q4.0 depends on a holistic and balanced approach, and the organization's ability to effectively integrate the technological capabilities with strategic decisions and human-related factors.

Conclusions

In conclusion, Quality 4.0 represents a promising yet still evolving domain within sustainable organizational development. Current research highlights the potential of Q4.0 but remains fragmented. The research to date has addressed isolated, specific aspects of Q4.0 rather than offering an integrated perspective, which limits the full understanding of the phenomenon. Consequently, further research is still needed to conceptualize the boundaries and better the implementation realities of quality 4.0 for sustainable organizational development. Overall, it seems reasonable to conclude that phenomena of Q4.0 will continue to evolve, and that a more comprehensive and systematic exploration of this topic is an important direction for future studies.

REFERENCES

- [1] J. Antony, O. McDermott, and M. Sony, "Quality 4.0 conceptualisation and theoretical understanding: a global exploratory qualitative study," *TQM J.*, vol. 34, no. 5, pp. 1169–1188, 2022, doi: 10.1108/TQM-07-2021-0215.
- [2] H. C. Liu, R. Liu, X. Gu, and M. Yang, "From total quality management to Quality 4.0," *Front. Eng. Manag.*, vol. 10, no. 2, pp. 191–205, 2023.



- [3] M. Sony, J. Antony, and J. A. Douglas, “Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions for research,” *TQM J.*, vol. 32, no. 4, pp. 779–793, 2020, doi: 10.1108/TQM-12-2019-0275.
- [4] M. Z. Rafique, “Policy innovation and the sustainable quality management 4.0 framework for integrating sustainable services,” *J. Infrastructure, Policy Dev.*, vol. 8, no. 11, pp. 1–12, 2024, doi: 10.24294/jipd.v8i11.8695.
- [5] S. Joshi, M. Sharma, S. Luthra, J. A. Garza-Reyes, and R. Anbanandam, “An assessment framework to evaluate the critical success factors to Quality 4.0 transition in developing countries: a case experience of sustainable performance of Indian manufacturers,” *TQM J.*, vol. 36, no. 6, pp. 1756–1793, 2024, doi: 10.1108/TQM-10-2023-0311.
- [6] A. Prashar, “Quality management in industry 4.0 environment: a morphological analysis and research agenda,” *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 40, no. 3, pp. 863–885, 2023, doi: 10.1108/IJQRM-10-2021-0348.
- [7] J. Singh, I. S. Ahuja, H. Singh, and A. Singh, “Application of Quality 4.0 (Q4.0) and Industrial Internet of Things (IIoT) in Agricultural Manufacturing Industry,” *AgriEngineering*, vol. 5, no. 1, pp. 537–565, 2023, doi: 10.3390/agriengineering5010035.
- [8] M. Malikah, M. Ayat, and W. S. Shin, “Quality 4.0: adoption approaches and future directions,” *Int. J. Qual. Serv. Sci.*, vol. 17, no. 4, pp. 1–23, 2025, doi: 10.1108/IJQSS-03-2025-0074.
- [9] D. P. Maganga and I. W. R. Taifa, “Quality 4.0 transition framework for Tanzanian manufacturing industries,” *TQM J.*, vol. 35, no. 6, pp. 1417–1448, 2023, doi: 10.1108/TQM-01-2022-0036.
- [10] M. Glogovac, J. Ruso, and M. Maricic, “ISO 9004 maturity model for quality in industry 4.0,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 33, no. 5–6, pp. 529–547, 2022, doi: 10.1080/14783363.2020.1865793.
- [11] O. McDermott, N. Conroy, M. Thenarasu, and S. Duarte, “Digitalised validation systems as an enabler for quality 4.0 within a medical device manufacturer,” *Sustain. Futur.*, vol. 8, no. September, p. 100383, 2024, doi: 10.1016/j.sfr.2024.100383.
- [12] M. Elnadi and M. H. Gheith, “Examining the determinants of quality 4.0 adoption: a behavioral reasoning theory perspective,” *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 38, no. 11, pp. 1507–1537, 2025, doi: 10.1080/0951192X.2024.2438932.
- [13] J. Antony *et al.*, “Benefits, challenges, critical success factors and motivations of Quality 4.0—A qualitative global study,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 34, no. 7–8, pp. 827–846, 2023, doi: 10.1080/14783363.2022.2113737.



[14] M. Sony, J. Antony, J. A. Douglas, and O. McDermott, “Motivations, barriers and readiness factors for Quality 4.0 implementation: an exploratory study,” *TQM J.*, vol. 33, no. 6, pp. 1502–1515, 2021, doi: 10.1108/TQM-11-2020-0272.

[15] V. Swarnakar, O. McDermott, M. Sony, S. Bhat, and J. Antony, “Unveiling the path to sustainable quality 4.0 implementation in organisations: insights from an exploratory qualitative study,” *TQM J.*, vol. 37, no. 2, pp. 566–591, 2025, doi: 10.1108/TQM-07-2023-0201.

[16] N. Yadav, R. Shankar, and S. P. Singh, “Critical success factors for lean six sigma in quality 4.0,” *Int. J. Qual. Serv. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 123–156, 2021, doi: 10.1108/IJQSS-06-2020-0099.

UDC 331.5:364.2

Leonid TARANIUK

Dr., Professor,

Sumy State University, Sumy, Ukraine;

Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania;

Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania

Karina TARANIUK

Ph.D., Assistant professor,

Sumy State University, Sumy, Ukraine;

Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania

EUROPEAN PRACTICES OF FINANCIAL RESTRICTIONS ON LABOR MIGRANTS: CHALLENGES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

The relevance of this topic lies in the need to explore ways to ensure the financial security of labor migrants in the long term, taking into account the time-limited nature of their stay in the European Union, which is determined by work visas, study visas, and temporary residence permits. This creates a need to investigate the underlying factors leading to this situation, as well as to identify possible approaches and develop recommendations for achieving more sustainable financial support for labor migrants within the European Union.

Let us examine the underlying factors regarding financial restrictions imposed by EU banks on labor migrants' access to banking services. At the legislative level, the European Union has *Directive 2014/92/EU*, which regulates the provision of banking services and the use of bank accounts by individuals who legally reside in a given country and hold the status of a permanent resident or a temporary residence permit.

In banking practice within the EU, there are several key reasons for implementing financial restrictions on labor migrants. These include:



- *AML/KYC requirements* – these include information about the client's place of residence, residence status (work visa or temporary/permanent residence permit), and the source of funds;

- *lack of legal status* – this implies the client's loss of financial capacity due to the absence of a legal residence status in the country, which can also result in the loss of employment;

- *sanctions and compliance risks* – such risks may lead to violations of tax reporting requirements, which banks may be required to report to the country's tax authorities, potentially increasing sanctions that could affect banks continuing to provide services to clients without legal status in the EU;

- *internal bank policies* – banks may independently establish rules for providing banking services to individuals with legal residence status in the EU (criteria: taxpayer identification number, residence permit in the given EU country) and policies regarding fees for banking services.

Based on the examined factors leading to the formation of financial restrictions for labor migrants, it can be concluded that most bank actions are related to the financial security of the institution itself. However, hypothetically, a bank could extend the period of access to banking services based on certain grounds. These grounds are presented in the section on the prospects for the development of financial support for labor migrants.

It is also necessary to pay attention to the current EU policy regarding labor migrants, which defines the legal possibilities for their stay in the EU and the potential risks associated with each type of legal status, including:

- *work visa* – issued based on an employment contract between the labor migrant and an employer in an EU country. These documents are submitted to the country's migration authorities by the employer, and the work visa is granted for a period corresponding to the duration of the employment contract. In practice, labor migrants may face situations where the employment contract is terminated prematurely. In such cases, the migrant has one month to find another employer or leave the country;

- *temporary residence permit* – this status is granted to refugees fleeing armed conflicts or political persecution. The risks associated with holding this status include the end of hostilities or changes in the political regime in the migrant's home country, which may result in non-renewal of the permit in the future;

- *permanent residence permit* – this status is granted to labor migrants who have resided in the host country for five years, have a government-issued certificate of national language proficiency at level A2 or higher, and have passed the state exam on the «Fundamentals of the Constitution» of the host country.

Let us examine the prospects for the development of financial restrictions on labor migrants in EU countries. These approaches represent the authors' proposals for



improving the level of financial support for labor migrants in the long term, which include:

- *state regulation by the National Bank regarding bank fees for closing the accounts of labor migrants due to the expiration of their legal residence status in the country* – in practice, these fees range from 0.9% to 2% of the remaining balance in the account. The proposal is to set this fee at **0%** to prevent financial losses for labor migrants;

- *creation of an electronic migrant card with the ability to extend banking services*. This proposal could be effective for business entities engaged in entrepreneurial activities (electronic business) in EU countries;

- *increasing the role of international banking corporations in the domestic banking market*. This proposal is associated with the risk of losing funds due to the bankruptcy of local financial institutions, which creates the need for corporate responsibility of banks towards their clients. The solution is the acquisition of local banks by larger financial institutions with international assets (example: SEB and SWEDBANK) in EU countries with low GDP and developing economies or EU countries receiving subsidies.

In conclusion, it is important to emphasize the need for a change in EU policy regarding financial restrictions on labor migrants, as this affects the country's economy, the development level of the banking sector, and its assets in EU countries. It is necessary to create conditions for effective interaction between labor migrants and the banking sector of EU countries, as well as to develop alternative ways to extend banking services, provided that EU financial policies are implemented transparently and aligned with the Sustainable Development Goals.

УДК 005.95/.96:005.8

Єгор БЕЛЕМЕЦЬ

здобувач наукового ступеня “доктора філософії”

кафедри менеджменту, маркетингу і туризму

Херсонський національний технічний університет

м. Хмельницький

УПРАВЛІННЯ ЗДОБУТОЮ ЦІННІСТЮ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ HR-МЕНЕДЖМЕНТУ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ПРОЄКТІВ ПІДПРИЄМСТВ СФЕРИ ПОСЛУГ

Проектна діяльність є одним з ключових інструментів розвитку підприємств сфери послуг, що забезпечує впровадження інновацій, оптимізацію бізнес-процесів та підвищення конкурентоспроможності. Середовище, в якому реалізуються проєкти, характеризується обмеженістю ресурсів, чітко



визначеними термінами та унікальністю результату. Це суттєво відрізняє проєктну діяльність від стабільних організаційних структур, в умовах яких використовують традиційні моделі управління персоналом [1; 2]. Успішність реалізації проєктів значною мірою залежить від ефективності управління людськими ресурсами, оскільки саме компетентна та мотивована проєктна команда є головним чинником досягнення цільових показників проєкту [1; 3].

Ключовим орієнтиром для оцінки ефективності HR-менеджменту у проєктному середовищі мають слугувати критерії успішності самого проєкту, оскільки саме вони задають систему координат, у межах якої вимірюється результативність задіяних управлінських функцій. "Залізний трикутник" М. Бернса визначає три класичні критерії успішності проєкту: виконання в межах бюджету, дотримання термінів та відповідність якісним характеристикам [4, с. 72]. Для підприємств сфери послуг доцільно додати четвертий критерій – досягнення стратегічних цілей підприємства [5; 6, с. 20], що передбачає оцінку внеску проєкту у довгострокову конкурентоспроможність. Таким чином балансування між трьома обмеженнями проєктної діяльності не є самоціллю, а спрямоване на забезпечення та реалізацію стратегічних цілей підприємства, впроваджуючи проєкт, як зображено на Рисунку 1.

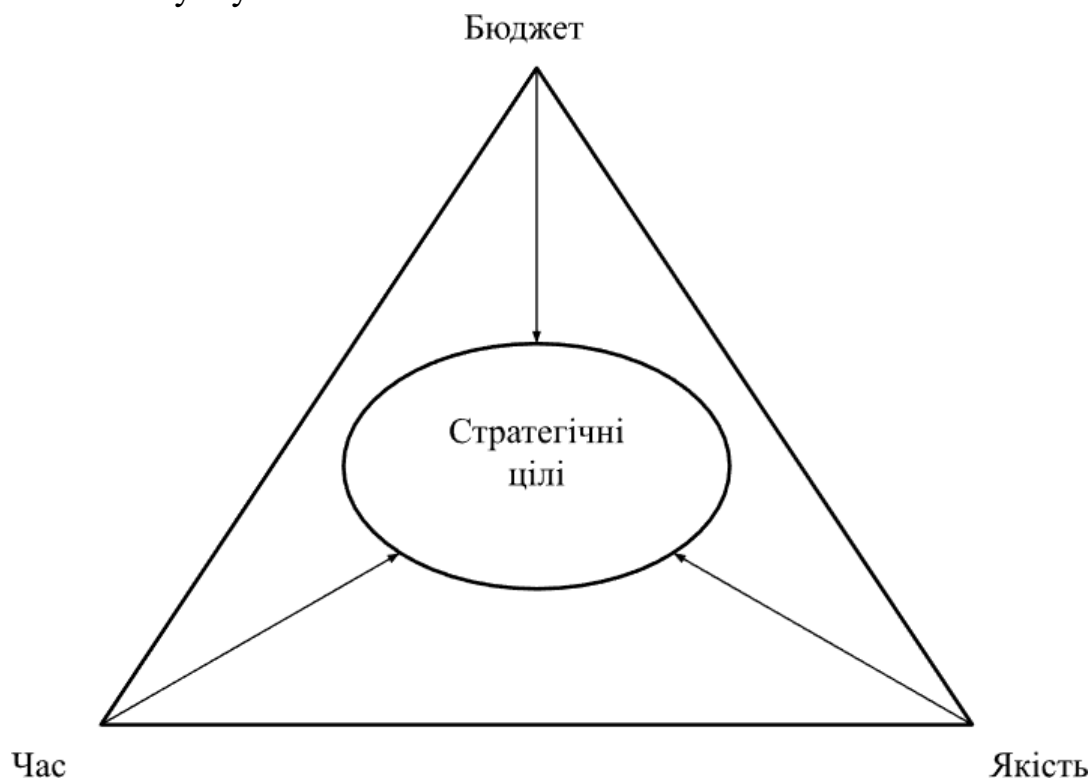


Рис. 1. "Залізний трикутник" М. Бернса для підприємств сфери послуг.
Джерело: створено автором на основі джерел [4; 6].



Отже, враховуючи зазначену специфіку проєктної діяльності, ефективність HR-менеджменту при впровадженні проєкту визначається як здатність системи управління людськими ресурсами забезпечувати формування, розвиток та результативне функціонування проєктних команд, що виражається у досягненні цільових показників проєкту та створенні умов для реалізації стратегічних цілей підприємства.

Визначення внеску HR-менеджменту в загальний результат проєкту є складним завданням, оскільки управління людськими ресурсами здійснює не прямий, а опосередкований вплив на кінцевий результат. Однак, задля забезпечення вимірювання внеску HR-менеджменту в результат проєкту варто порівнювати ресурси, вкладені у виконання функціоналу з управління трудовими ресурсами, з приростом результативності.

Одним з методів управління ефективністю впровадження проєкту є управління здобутою цінністю – Earned Value Management (EVM). Цей метод передбачає планування, реалізацію та контроль за виконанням проєкту, поєднуючи ретроспективний аналіз та прогнозування подальшого виконання поставлених задач [7]. EVM включає показники вартості – індекс виконання вартості (CPI) та відхилення вартості (CV), а також показники розкладу – індекс виконання розкладу (SPI) та відхилення розкладу (SV) [8, с. 101].

Витрати на трудові ресурси на підприємствах сфери послуг становлять домінуючу частку загальних витрат при впровадженні проєкту, на відміну від будівельних проєктів, де значна частка ресурсів витрачається на матеріали та обладнання. Це означає, що в сфері послуг індекси виконання CPI та SPI значною мірою відображають саме ефективність управління людськими ресурсами. Однак для отримання релевантних даних щодо ефективності HR-менеджменту доцільно застосувати адаптовані показники, в яких виокремлено HR-складову витрат та результатів проєкту. Пропонуються такі адаптовані показники:

- індексу виконання вартості HR
$$CPI_{hr} = EV_{hr} / AC_{hr} , \quad (1)$$

- відхилення вартості HR
$$CV_{hr} = EV_{hr} - AC_{hr} , \quad (2)$$

- індексу виконання розкладу HR
$$SPI_{hr} = EV_{hr} / PV_{hr} , \quad (3)$$

- відхилення розкладу HR
$$SV_{hr} = EV_{hr} - PV_{hr} , \quad (4)$$

де EV_{hr} - запланована вартість виконаних робіт у частині трудових ресурсів;

AC_{hr} - фактичні витрати на трудові ресурси;



PV_{hr} - запланований обсяг робіт у частині трудових ресурсів.

Показники відхилення та виконання вартості HR-складової демонструють, наскільки ефективно HR-менеджмент забезпечує виконання проєктних завдань у межах бюджету на персонал. Якщо CPI_{hr} дорівнює або перевищує одиницю та CV_{hr} дорівнює нулю або має додатне значення, то витрати відповідають запланованим у бюджеті. В іншому випадку наявні перевитрати, природу яких можливо виявити, проаналізувавши витрати відповідного періоду.

Показники виконання та відхилення розкладу відображають продуктивність проєктної команди. Значення $SPI_{hr} > 1$ та $SV_{hr} > 0$ свідчить про випередження графіка, що є результатом ефективного підбору, адаптації та мотивації персоналу. Значення $SPI_{hr} < 1$ та $SV_{hr} < 0$ вказує на відставання від графіка внаслідок впливу таких HR-факторів як: затримки з комплектуванням команди, тривалої адаптації нових членів, низької мотивації або недостатньої кваліфікації тощо.

Застосування показників в поєднанні дає можливість ідентифікувати специфічні проблеми. Так, низьке значення CPI_{hr} при високому SPI_{hr} свідчить про те, що темп роботи підтримується за рахунок надмірних витрат, наприклад надмірні видатки на понаднормові години чи оплату послуг аутсорсингових компаній, що може виснажити бюджет. Високе значення CPI_{hr} при низькому SPI_{hr} вказує на економію коштів, яка призводить до відставання від графіка через недоукомплектованість штату фахівцями відповідного рівня.

Таким чином, інтеграція адаптованих індикаторів CPI_{hr} та SPI_{hr} у практику управління проєктами дозволяє перевести оцінку ефективності HR-менеджменту з якісної площини у кількісну систему координат. Методологічною передумовою такої адаптації є домінування витрат на трудові ресурси у структурі бюджетів проєктів сфери послуг. Запропонований інструментарій забезпечує своєчасне виявлення відхилень та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. За рахунок цього HR-менеджмент перетворюється на фактор балансування критеріїв успішності проєкту згідно "Залізного трикутника" М. Бернса, що забезпечують виконання стратегічних цілей підприємства, що можна виміряти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Якушев, О., Белемєць, Є., & Близький, А. (2025). Ключові складові HR-менеджменту проєктної команди підприємства: теоретичні та прикладні аспекти. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*, 26(75 (2)), 65-76. DOI: [https://doi.org/10.24025/2306-4420.75\(2\).2025.334260](https://doi.org/10.24025/2306-4420.75(2).2025.334260)



2. Новицька О.В. (2015). Інструменти стимулювання малого та середнього бізнесу в контексті регіонального розвитку. *Вісник ЧДТУ: зб. наук. праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки.* № 39. Ч. II. С. 143–149.
3. Новицька, О. (2014). Особливості підтримки малого та середнього бізнесу в системі сучасного регіонального менеджменту. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки,* (37 (2)), 162-169.
4. Barnes M. Construction Project Management. *International Journal of Project Management.* 1988. Vol. 6(2). P. 69-79. DOI: [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(88\)90028-2](https://doi.org/10.1016/0263-7863(88)90028-2)
5. Якушев, О. В., & Зубарев, С. В. (2023). Управління персоналом підприємств в умовах воєнного стану. *Сучасні тренди соціально-економічних перетворень та інтелектуалізації суспільства в умовах сталого розвитку: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, Запоріжжя, 10 листопада 2023 р. [Електронний ресурс]. Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 404 – 406. URL: ii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferenciya-2023.pdf*
6. Jugdev, K. & Muller, R. (2005). A retrospective look at our evolving understanding of project success. *Project Management Journal*, 36(4), 19-31. DOI: <https://doi.org/10.1177/875697280503600403>
7. ДСТУ ISO 21508:2022 Управління здобутою цінністю в управлінні проєктами та програмами. URL: <https://pmdoc.ua/iso/iso21508/>
8. Стандарт з управління проєктами (2021). *Сьоме видання. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.* URL: <https://pmiukraine.org/pmbok7>

УДК 658.014.1:69

Анна БЕРИСЛАВСЬКА,
к.е.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму,
Євгеній БІЛАН,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький

КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ У СИСТЕМІ МЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПАНІЙ

Корпоративна соціальна відповідальність (КСВ) відіграє важливу роль у діяльності будівельних компаній, оскільки ця галузь впливає на суспільство та



довкілля. КСВ розглядається як елемент управління компанією і допомагає налагодити взаємодію з контрагентами, зменшити ризики та забезпечити стабільний розвиток підприємства.

Аналіз досліджень світового досвіду свідчить, що соціальна відповідальність у будівельних компаніях охоплює зв'язки з основними стейкхолдерами, зокрема працівниками, клієнтами, державою та місцевими громадами. Її впровадження визначається поєднанням внутрішніх (стратегія, ресурси, управлінські рішення) та зовнішніх факторів, передусім вимогами зацікавлених сторін [1; 2; 3]. При цьому у будівельній галузі спостерігається розрив між усвідомленням важливості соціальної відповідальності та її практичною реалізацією. Дослідження діяльності провідних будівельних компаній підтверджують, що соціальна відповідальність реалізується переважно через окремі заходи у сфері безпеки праці, екології та якості будівництва, але її інтеграція у систему менеджменту залишається недостатньою [4; 5]. Сучасні підходи обґрунтовують необхідність розгляду соціальної відповідальності як складової системи управління та інструменту досягнення цілей сталого розвитку.

Розгляд світових практик дозволяє узагальнити структуру корпоративної соціальної відповідальності будівельних компаній (рис. 1).



Рис. 1 – Види соціальної відповідальності будівельних компаній за групами стейкхолдерів

Джерело: побудовано авторами за [1–3]

Аналіз вітчизняного досвіду показує зростання ролі корпоративної соціальної відповідальності у будівельній галузі та поступову трансформацію



підходів до її впровадження. КСВ виходить за межі формальних вимог і перетворюється на чинник конкурентоспроможності, репутації та довгострокової стійкості підприємств. У цьому зв'язку соціально відповідальне будівництво стає інструментом досягнення сталого розвитку, передбачаючи застосування енергоефективних і «зелених» технологій, створення безпечного та інклюзивного середовища, забезпечення належних умов праці, розвиток корпоративної культури та активну взаємодію з громадами [6].

Окрема увага приділяється інтеграції принципів сталого розвитку у діяльність будівельних підприємств. Галузь має вплив на довкілля, економіку та соціальну сферу і потребує трансформації відповідно до цілей сталого розвитку. Виокремлюються три взаємопов'язані напрями: екологічна стійкість (енергоефективність, використання екологічних матеріалів, зменшення викидів), соціальна справедливість (безпечні умови праці, доступне житло, інклюзивність) та економічна ефективність (інновації, інвестиції, партнерство). При цьому особливого значення набуває поєднання цих принципів на всіх етапах життєвого циклу будівництва і розвиток співпраці між державою, бізнесом і суспільством [7].

Аналіз сучасного стану будівельної галузі дозволяє виділити як системні, так і специфічні бар'єри, що стримують розвиток соціально відповідального управління. Однією з проблем є *фрагментарність впровадження КСВ*. У більшості випадків соціальна відповідальність реалізується у вигляді окремих ініціатив (енергоефективність, благоустрій, безпека праці), без інтеграції у стратегічне управління підприємством. Суттєвим викликом є *низький рівень прозорості та нефінансової звітності*. Більшість будівельних компаній не публікують звіти зі сталого розвитку або ESG-звіти, що ускладнює оцінку їх соціального та екологічного впливу. Важливою проблемою залишається *недостатнє запровадження міжнародних стандартів КСВ та сталого розвитку (ESG, LEED, BREEAM)*, використання яких має поодинокий характер і не набуло системного поширення, що негативно впливає на конкурентоспроможність українських компаній на міжнародному ринку. Розвиток КСВ стримується *економічними обмеженнями та високими витратами на її впровадження*. Умови нестабільності, військові ризики та обмежений доступ до фінансових ресурсів змушують компанії зосереджуватися на короткострокових цілях, відсуваючи соціально відповідальні практики на другий план. Значною проблемою є *недостатній рівень інституційної підтримки та державного регулювання у сфері КСВ*. Важливим викликом є *низький рівень розвитку корпоративної культури та управлінської зрілості*. У багатьох компаніях КСВ не розглядається як стратегічний ресурс, а сприймається як додаткове навантаження. Окремо слід виділити *специфічні галузеві ризики*, пов'язані з високим рівнем травматизму, значним екологічним



впливом будівництва, складністю контролю якості та дотримання стандартів, що, з одного боку, підвищує вимоги до соціальної відповідальності, а з іншого, ускладнює її реалізацію.

Таким чином, управління діяльністю будівельних компаній в Україні в контексті соціальної відповідальності характеризується наявністю викликів, серед яких – обмеженість підходів, недостатня прозорість, низьке впровадження міжнародних стандартів та слабка інституційна підтримка. Подолання цих проблем пов'язане з переходом до інтегрованої моделі управління, яка поєднує економічні, соціальні та екологічні аспекти діяльності підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zhang Q., Oo B.L., Lim B.T.H. Key practices and impact factors of corporate social responsibility implementation: Evidence from construction firms. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2023. Vol. 30, No. 5. P. 2124–2154. URL: <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2020-0973>
2. Zhang Q., Oo B.L., Lim B.T.H. Unveiling corporate social responsibility awareness and implementation: a study of the Chinese construction firms. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2023. Vol. 66, No. 9. P. 1861–1889. URL: <https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2043258>
3. Van Nguyen M., Ha K.D., Phan C.T. Sustainable development during economic uncertainty: What drives large construction firms to perform corporate social responsibility? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2024. Vol. 31, No. 4. P. 2838–2851. URL: <https://doi.org/10.1002/csr.2708>
4. Якушев О.В., Білан Є.В. Особливості управління діяльністю будівельних підприємств в умовах постконфліктної економіки. *Економіка і організація управління*. 2024. № 2 (54). С. 134–142. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2024.2.12>
5. Якушев О.В., Білан Є.В. Взаємодія підприємств будівельного бізнесу та місцевого самоврядування в процесах відновлення та розвитку міст в повоєнні часи / *Трансформація бізнесу в контексті глобальних викликів сталого розвитку : монографія / під заг. ред. Храпкіної В. В., Пічик К. В. ; Національний університет "Києво-Могилянська академія"*. – Київ : Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2025. – [Підрозділ] 7.5. – С. 521–530.
6. Лопатка С. С. Соціальна відповідальність будівельних підприємств у контексті сталого розвитку. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. Серія економічна. Серія юридична. 2023. Вип. 38. С. 631–640. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15460162>



7. Станкевич І., Сакун Г., Двоєнкін Є. Пріоритетні напрями досягнення ЦСР в сфері будівництва. *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 4 (55). С. 62–69. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-9>

УДК 658:338.2

Олена БІЛЕНКО,
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки та митної справи,
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя
Єлизавета ПОТАПЕНКО,
здобувач вищої освіти,
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

У 21 столітті сучасний бізнес зазнає значних змін у зв'язку з активним розвитком і розповсюдженням цифрових технологій. Цифрова трансформація стає не лише звичайним трендом, але й рушійною силою у забезпеченні конкурентоспроможності та сталого розвитку підприємства.

Цифровізація – це впровадження інноваційних технологій у діяльність підприємства з метою повної трансформації бізнес-процесів. Цифрова модернізація є обов'язковою умовою для сталого економічного розвитку будь-якого суб'єкта господарювання та підвищення його конкурентних переваг.

Трансформаційні процеси передбачають використання у роботі організації таких інноваційних цифрових технологій, як штучний інтелект, хмарні сервіси, блокчейни, а також повна автоматизація та роботизація бізнес-процесів. Однак варто зазначити, що глибока інтеграція сучасних технологій у всі напрями роботи підприємства зумовлює певні позитивні та негативні наслідки економічного спрямування [1].

Перш за все, внаслідок цифрової трансформації відбувається збільшення продуктивності та ефективності діяльності підприємства. Автоматизація та роботизація рутинних процесів, впровадження сучасних інформаційних технологій та оптимізація використання ресурсів допомагає скоротити час під час виконання робочих операцій, мінімізувати вплив людського фактору, а також підвищити загальну результативність бізнес-процесів.

Підвищення продуктивності праці безпосередньо впливає на економічне зростання на макрорівні. Збільшення ефективності діяльності підприємства забезпечує зростання доданої вартості, що, у свою чергу, сприяє зростанню валового внутрішнього продукту (ВВП). Широке впровадження інформаційно-



комунікаційних технологій у різні сектори економіки формує синергетичний ефект, який проявляється у покращенні загальної конкурентоспроможності національної економіки.

Важливим економічним наслідком є зниження операційних витрат. Завдяки імплементації цифрових технологій підприємство може зменшити свої витрати на управління, обробку даних, логістику та комунікацію. У короткостроковій перспективі зниження операційних витрат може скоротити потребу в додаткових людських ресурсах, а у довгостроковій – покращити фінансовий стан підприємства.

Діджиталізація сприяє поліпшенню обслуговування клієнтів та підвищенню їх лояльності. Використання веб-сторінок, мобільних додатків, пристроїв на основі штучного інтелекту, впровадження CRM-систем (управління взаємовідносинами з клієнтами), чат-ботів та AI-асистентів дозволяють краще розуміти потреби споживачів, оперативно реагувати на запити та формувати певні пропозиції, які матимуть позитивний вплив на рівень задоволеності клієнтів та іміджеву складову підприємства.

Перевагою сучасних трансформаційних процесів є розширення ринків та створення нових можливостей для розвитку бізнесу. Цифровізація відкриває доступ до глобальних міжнародних ринків, що дозволяє підприємствам масштабувати свою діяльність за межами країни перебування, залучити нові сегменти споживачів, створити додаткові джерела доходу та розширити коло бізнес-партнерів.

Цифрова трансформація також підвищує конкурентоспроможність підприємства. Використання інноваційних технологій дозволяє швидко та ефективно адаптуватися до змін ринкового середовища, впроваджувати нові продукти та послуги, сприяти розвитку сучасних бізнес-моделей, а також оперативно реагувати на дії конкурентів.

Крім того, цифрові інструменти сприяють покращенню управлінських рішень. Завдяки цілодобовому доступу до робочих документів з будь-якої точки світу керівництво може приймати обґрунтовані, швидкі та стратегічно виважені рішення.

Адаптація до умов цифрової економіки зумовлює підприємство не лише використовувати новітні технології, але й переосмислювати стратегічні підходи управління. Так, згідно з дослідженням Deloitte, лише 32% цифрових ініціатив досягають високих бізнес-результатів, що свідчить про необхідність чіткого планування та інтеграції цифрових технологій у загальну бізнес-стратегію [2].

Водночас цифрова трансформація супроводжується певними проблемами та викликами. Серед них – необхідність значних інвестицій для впровадження у діяльність підприємства нових технологій та їх обслуговування, посилення загроз кібербезпеці. Також можна виокремити низку кадрових викликів,



зокрема: скорочення традиційних робочих місць внаслідок застосування автоматизованих технологій, необхідність підвищення кваліфікації персоналу для роботи з новими системами та зростання попиту на фахівців спеціальних категорій.

Таким чином, цифрова трансформація бізнес-процесів виступає стратегічним драйвером економічного зростання, що сприяє підвищенню ефективності управління, оптимізації витрат і точності прогнозування, а також формує стійкі конкурентні переваги, підвищує адаптивність до динамічних змін ринкового середовища та закладає основу для довгострокового економічного розвитку в умовах глобальної конкуренції. Водночас слід враховувати виклики і загрози цього процесу та обирати відповідні цифрові інструменти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черничко Т., Проскура В., Алмаші В. Цифрова трансформація бізнес-процесів як фактор сталого розвитку. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 15. С. 66-71. DOI: 10.32702/2306-6814.2024.15.66.
2. Realizing value from digital transformation investments. *The Wall Street Journal*. URL: <https://deloitte.wsj.com/cio/realizing-value-from-digital-transformation-investments-780a29aa> (date of access: 04.04.2026).

УДК 658.3:005

*Артем БЛИЗЬКИЙ,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький*

«ВИРОБНИЧЕ ПЕКЛО» ЯК МЕТАФОРА ДЕГРАДАЦІЇ УПРАВЛІНСЬКОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВ: КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ ЯВИЩА

В умовах сучасних економічних потрясінь, ризиків, пов'язаних з війною, логістичних трансформацій, енергетичних шоків та системної нестабільності, українські підприємства стикаються з дедалі ширшим спектром екзогенних та ендогенних загроз для свого функціонування. Відповідно, питання ефективності управління, організаційної стійкості та адаптивного розвитку



набули критичного наукового та практичного значення. Водночас, управлінська практика дедалі частіше виявляє появу внутрішньо руйнівного організаційного середовища, що характеризується хаотизацією процесів, ерозією дисципліни, системними конфліктами, інформаційною дезорганізацією, занепадом корпоративної культури та поширеним професійним вигоранням. У неформальному дискурсі та професійному жаргоні цей стан дедалі частіше називають «виробничим пеклом». Незважаючи на його зростаюче практичне використання, ані управлінська практика, ані наукова література на даний момент не надають чіткого наукового визначення цього явища. Тому існує нагальна потреба в концептуалізації, науковому формулюванні та аналітичній операціоналізації «виробничого пекла» як окремої форми деградації управлінської системи в межах підприємства.

У контексті сучасних досліджень значну роль відіграють аналітичні звіти провідних консалтингових фірм, які досліджують механізми управлінського перевантаження та збоїв у операційних циклах під тиском ринкових очікувань. Зокрема, у Звіті McKinsey & Company [1] наголошується, що організації, орієнтовані на продукти та технології, часто стикаються з умовами, за яких зростаючий зовнішній тиск на терміни доставки та публічні зобов'язання призводить до систематичних спотворень у внутрішніх комунікаціях, погіршення чіткої операційної видимості та переходу до символічних, а не до основних методів управління. Накопичення незавершених циклів розробки, відсутність реалістичних рамок планування та хронічне перенапруження команд визначаються як типові провісники деградації менеджменту та виникнення деструктивного кризового організаційного середовища [1; 2; 3].

Сучасні підприємства виявляють нову форму організаційної деформації, яку неможливо адекватно описати традиційними категоріями кризового менеджменту. Більшість класичних теорій управління – теорії П. Друкера, Г. Мінцберга, І. Ансоффа та Г. Саймона – припускають, що ефективність організації залежить від здатності чітко формулювати цілі, забезпечувати узгодженість дій, підтримувати мотивацію та зберігати контроль над результатами. У кризових умовах ці моделі передбачають або втрату керованості, або компенсаційне посилення централізації для відновлення балансу між цілями та засобами. У професійному жаргоні у галузі цифрової продукторозробки цей стан відомий як «виробниче пекло». Цей термін зазвичай означає зрив графіків, повторювані переробки та тривалі цикли стабілізації, але у більш ширшому сенсі виробниче пекло – це не стан хаосу чи відсутності управління, а скоріше форма імітаційного управління, орієнтована на підтримку інформаційного образу контролю в умовах зниженої операційної керованості. Концептуально це співвідноситься з теорією інституційної фасади, яка підкреслює розбіжність між формальними структурами та фактичною



практикою. Виробниче пекло представляє собою форму інституційної симуляції, в якій управлінська енергія витрачається не на саме виробництво, а на підтримку видимості прогресу. Як зазначають науковці, що вивчають регіональні аспекти розвитку бізнес-інкубаторів та проблеми управління інноваційними проектами [4; 5], криза зростання в інноваційних організаціях виникає, коли масштабування технологічних і продукто-виробничих систем прогресує швидше, ніж адаптація управлінської інфраструктури. Паралель з поняттям симулякрів Ж. Бодріяра [6] є особливо наочною: система переходить від представлення реальності до відтворення ілюзії завершеності, яка поступово витісняє реальний контекст виробництва. Зазвичай, це проявляється у вигляді «вертикальних зрізів» – демонстрацій, відірваних від стабільності фактичної архітектури, – та внутрішніх презентацій, призначених для переконання керівництва у прогресі, а не для перевірки технічної готовності. Поява «виробничого пекла» не є раптовою подією, а поступовим фазовим переходом, спричиненим послідовністю управлінських рішень, інституційних процедур та зовнішнього тиску. Важливо, що цей перехід не збігається з видимим розпадом організаційної структури. Натомість формальна архітектура управління залишається недоторканою, тоді як її функціональна глибина руйнується, перетворюючи її на механізм збереження зовнішнього вигляду, а не сутності контролю. Виробниче пекло становить антифазу управління, що характеризується перенесенням акценту з операційної раціональності на символічну ефективність. У цьому контексті виробниче пекло слід розглядати не як випадок дезорганізації, а як адаптивну, хоч і деструктивну, реакцію системи, перевантаженої очікуваннями та інформаційним контролем. Як показано в дослідженні Бабенко В. та Смирнкової А. [7], інноваційні технологічні фірми виявляють підвищену чутливість до управлінських спотворень в умовах, коли інтенсивність ринкових очікувань, зовнішній тиск і швидкість змін середовища перевищують рівень інституційної зрілості внутрішніх процесів. Автори підкреслюють, що за таких обставин організації стикаються з підвищеною ймовірністю втрати операційної злагодженості, порушення циклів управління ризиками та переходу до режимів прийняття рішень, керованих кризою.

Проведене дослідження дало змогу розробити теоретико-методологічні основи концепції «виробничого пекла» як метафори системної деградації управлінської моделі підприємства та обґрунтувати науково-обґрунтовані підходи до її запобігання та подолання. На основі аналізу сучасних підходів до антикризового менеджменту, інституційної економіки, організаційної теорії та поведінкових наук, у дослідженні сформульовано авторське визначення виробничого пекла як стану управлінської інверсії, у якому репутаційні, комунікативні та очікувані зобов'язання переважають фактичну операційну



здатність організації досягати результатів. Показано, що цей стан не є випадковою невдачею менеджерів, а є структурованим явищем, яке спричинене інфляцією очікувань, символічними методами управління та втратою узгодженості між стратегічним наміром та операційною реальністю.

ЛІТЕРАТУРА

1. McKinsey & Company. Crisis Management for Product Organizations: Navigating Delivery Pressure. McKinsey Report, 2023
2. Подлужна Н. О., Петченко М. В., Якушев О. В. Виклики трансформації антикризового управління підприємствами в сучасних умовах. Зб. наук. праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки. Вип. 57. – Черкаси: ЧДТУ, 2020. – С.104–109. <https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/1651>
3. Плаксюк О. О., Якушев О. В., Близький А. М. Впровадження практик світового досвіду антикризового управління підприємствами //Управління економікою: теорія та практика. Чумаченківські читання. – 2024. – №. 2024. – С. 268-280.
4. Криворучк О. Управління інноваційними проєктами: криза зростання та управлінська адаптація: монографія / за ред. О. Криворучко. Київ: КНЕУ, 2022.
5. Якушев О. В. (2016). Регіональні аспекти розвитку бізнес-інкубаторів в Україні. *Економіка і організація управління: Зб. наук. праць Донецького національного університету*. №2 (22). 113 – 122. URL: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/4802>
6. Baudrillard, J. *Simulacra and Simulation*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994.
7. Babenko, V.; Smirnova, A. Risk governance in innovative tech firms under stress: Eastern European context. *Baltic Journal of Management*, 2022, №17(4).

УДК 658.8:004.93

Олена БОНДАРЕНКО,
д.е.н., професор, завідувач кафедри маркетингу,
Державний торговельно-економічний університет, Київ

КВАНТОВІ ОБЧИСЛЕННЯ В МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Ринкове середовище передбачає реалізацію учасниками ефективних маркетингових стратегій, які дозволяють досягти конкурентних переваг у



довгостроковому періоді. Для розробки та реалізації ефективних управлінських рішень компанії в минулому проводили комплексні дослідження та обробляли отриману інформацію методами статистичного аналізу та економіко-математичного моделювання. В епоху цифровізації відзначається активний розвиток хмарних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволило реалізовувати складні алгоритми машинного навчання. Представлені підходи дають можливість обробляти різномірну інформацію: числові дані, текст, аудіо, фото та відео.

Зростання чисельності користувачів Інтернету призвело до генерування великих масивів даних про поведінку користувачів, активність компаній в цифровому середовищі, функціонування апаратних пристроїв тощо. Зазначена інформація може слугувати цінним ресурсом для оптимізації маркетингових стратегій компаній у цифровому середовищі. Проте значні обсяги даних неможливо швидко та ефективно обробляти на основі класичних методів аналізу та алгоритмів машинного навчання у зв'язку з наявністю системних обмежень. Для вирішення ідентифікованих проблем компанії почали впроваджувати у практичну діяльність квантові обчислення, які функціонують за якісно новими принципами обробки інформації. Квантові технології відкривають для маркетингових досліджень нові аналітичні можливості завдяки більш швидкій обробці великих даних в режимі реального часу. Зазначені підходи, на відміну від загальноприйнятих, дозволяють визначати оптимальні рішення на основі одночасної обробки мільярдів комбінацій з наявних різномірних даних (структурованих, напівструктурованих та неструктурованих). Слід відзначити, що квантові технології у маркетинговій сфері перебувають на початковому етапі розвитку, проте потенційно відкривають перед компаніями істотні можливості для дослідження внутрішнього і зовнішнього середовища [1].

У практиці маркетингової аналітики доцільно виділити наступні напрями використання квантових обчислень:

1. Персоналізація на основі комплексних даних про споживача. В цифровому середовищі користувачі щоденно залишають велику кількість приватної інформації. Сучасні системи дозволяють збирати контактну інформацію про користувачів, дані про активності у соціальних мережах, поведінкові метрики тощо. Накопичення та актуалізація інформації про конкретного споживача дає можливість забезпечити високий рівень розуміння системи його інтересів та цінностей, ідентифікуючи особливості поведінки у цифровому середовищі. Квантово-гібридні рекомендаційні системи доводять свою ефективність для вирішення задач персоналізації та постійно адаптуються під зміну поведінки конкретного споживача. Представлений клас моделей реалізується на основі великих даних та передбачає обробку складних моделей



поведінки, а врахування великої кількості параметрів споживчого контексту істотно розширює перспективи для забезпечення точності кінцевих результатів. На основі отриманих результатів компанії отримують можливість реалізовувати персоналізовані маркетингові комунікації та пропонувати релевантний контент і продукти.

2. Дослідження цінової чутливості та еластичності попиту. Переорієнтація значної кількості компаній на цифрове середовище та активна взаємодія з сучасними поколіннями (Y, Z та Альфа) вимагають пошуку та запровадження передових моделей комунікацій на основі ціни. Класичні маркетингові підходи передбачали формування ціни на основі попиту та пропозиції, з урахуванням перехресної еластичності попиту, сегментних відмінностей у ціновій чутливості та динаміки конкурентного середовища. Завдяки використанню квантових підходів компанії отримують можливість перейти до динамічного ціноутворення в режимі реального часу у розрізі значної кількості товарів та послуг [2]. Для конкретного споживача у відповідних просторово-часових умовах система рекомендує оптимальну ціну, що дозволяє досягти максимального рівня конверсії. Це узгоджується з висновками досліджень [3], де веб-ресурси розглядаються як ключові канали персоналізованої взаємодії з клієнтами. У роботі українських вчених [4] підкреслюється, що цифровий банкінг та електронна комерція відкривають нові можливості для управління бізнесом. Це дозволяє оптимізувати цінові рішення в реальному часі та адаптуватися до змін ринку. Таким чином, сучасні підприємства мають використовувати веб-ресурси й цифрові інструменти для формування індивідуалізованих стратегій, спрямованих на підвищення конверсії та конкурентоспроможності.

3. Оптимізація медіапланування та комунікаційного бюджету. Розвиток цифрового середовища спонукає компанії шукати оптимальні канали маркетингових комунікацій, які дозволять отримати ефективні результати у довгостроковій перспективі. Для досягнення максимального рівня конверсії необхідно вирішити задачу оптимізації розподілу комунікаційного бюджету між використовуваними каналами. На даному етапі розвитку компанії мають можливість використовувати велику кількість особистих та платних медіаканалів, залучення яких призводить до досягнення складних синергетичних ефектів. Квантово-гібридні підходи до медіапланування впроваджуються в системи бюджетування провідними компаніями світу, що пов'язано із ефективністю розподілу наявних грошових ресурсів. Порівняно з класичними моделями атрибуції розподіл маркетингових бюджетів на основі квантових моделей дозволяє забезпечити істотне зростання ефективності використання інвестицій.



Слід відзначити, що в епоху цифровізації постає питання забезпечення безпеки даних користувачів та компаній, оскільки існує великий тіньовий ринок перепродажу незаконно отриманої інформації. Завдяки використанню кванто-востійких алгоритмів шифрування у маркетинговій сфері можливо забезпечити мінімізацію кіберзагроз.

ЛІТЕРАТУРА

1. Narayan, M., Srivastava, A. K., & Sharma, A. (2026). Quantum computing and personalized digital marketing: Pioneering the future of hyper-personalized customer engagement. *Quantum Computing and Artificial Intelligence in Logistics and Supply Chain Management*, 226-246.
2. Khandelwal, A. (2025). AI, Personalization, and Quantum Computing: The Next Evolution in Pricing Strategies. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(8), 1050-1060.
3. Vasylychenko, L., Yakushev, O., & Lytvyn, S. (2020). The enterprise website as an effective tool of marketing communications on the Internet. *Bulletin of Kherson National Technical University*, 1(72), 2, 19-24. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.1.2.2>
4. Havryliuk, O., Yakushev, O., Prodanova, L., Yakusheva, O., & Kozlovskaya, S. (2021). Digital banking and e-commerce in the context of business management digitalization. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 5(40), 4–15. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v5i40.244845>

УДК 331.5:339.1:004.738.5

Ірина ВИСОЧИН,
д.е.н., професор,

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ

Катерина СВІРІДОВА,

*здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ*

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ НА ЗАЙНЯТІСТЬ У СФЕРІ ТОРГІВЛІ

Перехід до цифрової економіки зумовив суттєві трансформації у сфері торгівлі, зокрема у способах реалізації товарів і організації праці. Якщо раніше торговельна діяльність була тісно пов'язана з фізичними магазинами, то сьогодні значна частина операцій здійснюється через онлайн-платформи. Це сприяло зміні структури зайнятості: частина рутинних функцій автоматизується



або переходить у цифровий формат, тоді як зростає попит на фахівців, здатних працювати з електронними системами, обробкою онлайн-замовлень та цифровими каналами продажу.

Статистичні дані свідчать про підвищення цінності цифрових компетентностей на ринку праці: у лютому 2026 року найвищий рівень оплати праці зафіксовано у сфері інформації та телекомунікацій – 78941 грн, тоді як найнижчий – у сфері мистецтва, спорту та відпочинку – 18681 грн [2]. Це зумовлює зростання конкуренції за кваліфікованих працівників та орієнтацію роботодавців на універсальних фахівців, які поєднують цифрові навички з економічною компетентністю.

Розвиток електронної комерції сприяє активізації підприємницької діяльності. У 2025 році зафіксовано значне зростання кількості нових онлайн-бізнесів: за перші три квартали зареєстровано 18,2 тис. ФОП, що на 62,3% більше порівняно з аналогічним періодом 2024 року [1]. Це свідчить про поширення самозайнятості як альтернативи традиційній найманій праці та формування нових напрямів трудової діяльності, пов'язаних із цифровою підтримкою торгівлі.

Перевагою електронної комерції є висока масштабованість діяльності, що дозволяє охоплювати ширші ринки без суттєвого збільшення ресурсів. Як свідчать дані, наведені у табл. 1, це супроводжується зміною характеру праці, підвищенням вимог до персоналу та поширенням гнучких форм зайнятості.

Таблиця 1.

Трансформація зайнятості у сфері торгівлі під впливом електронної комерції (розроблено автором)

Критерій	Традиційна торгівля	Електронна комерція
Формат здійснення продажу	Реалізація товарів через фізичні торгові об'єкти (магазини, супермаркети), що потребують безпосереднього контакту з покупцем	Реалізація товарів через онлайн-платформи, маркетплейси та інтернет-магазини без фізичної присутності споживача
Залежність від територіального розміщення	Висока залежність від місця розташування торгової точки, обмеження клієнтської бази географічними межами	Мінімальна залежність від локації, можливість охоплення широкого кола споживачів незалежно від регіону
Домінуючі категорії працівників	Продавці, касири, адміністратори торгового залу, складські працівники	Фахівці з обробки онлайн-замовлень, SMM-менеджери, контент-менеджери, аналітики, оператори CRM-систем
Характер трудової діяльності	Переважно рутинна, пов'язана з фізичним обслуговуванням клієнтів і виконанням стандартних операцій	Інтелектуалізована, цифрово орієнтована діяльність із використанням інформаційних систем, автоматизації та аналітики
Вимоги до компетентностей персоналу	Базові професійні навички обслуговування, комунікації з клієнтами, знання товарного асортименту	Розвинені цифрові компетентності, здатність працювати з інформаційними системами, аналітичне мислення



Продовження таблиці 1.

Організація праці	Жорстко регламентований графік роботи, прив'язка до робочого місця, переважно повна зайнятість	Гнучкі графіки роботи, можливість дистанційної зайнятості, поєднання різних форматів роботи
Переважаючі форми зайнятості	Традиційна наймана праця з фіксованими умовами трудових відносин	Самозайнятість, підприємницька діяльність (ФОП), фриланс, гіг-економіка, проєктна зайнятість
Масштаб та потенціал діяльності	Обмежений фізичними ресурсами підприємства (площа, кількість персоналу, локальний попит)	Високий рівень масштабованості бізнесу, можливість виходу на національні та міжнародні ринки без значного збільшення ресурсів

Отже, розвиток електронної комерції виступає системним чинником трансформації зайнятості у сфері торгівлі, зумовлюючи зміну структури трудових ресурсів, зростання попиту на цифрові компетентності та поширення гнучких форм зайнятості. Це сприяє підвищенню адаптивності підприємств торгівлі і формує нові вектори розвитку ринку праці в умовах цифрової економіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Market K. Y. Економіка e-commerce в Україні 2025: виручка лідерів, статистика ринку та регіони. Блог YC.Market. Дослідження ринку та конкурентний аналіз. URL: <https://blog.youcontrol.market/iekonomika-e-commerce-v-ukrayini-2025-viruchka-lidieriv-statistika-rinku-ta-rieghioni/>
2. Вишневський І. Держслужба статистики оприлюднила середню зарплату аїтівців в Україні – вона майже втричі більша за звичайну. dev.ua. URL: <https://dev.ua/news/derzhsluzhba-statystyky-opryliudnyla-seredniu-zarplatu-aitivtsiv-v-ukraini-vona-maizhe-vtrychi-bilsha-za-zvychainu-1774930140>

УДК 339.543:327.56

Олена ВОЛКОВА,
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансів, обліку та оподаткування,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон



ОЦІНКА ІНСТИТУЦІЙНОЇ СПРОМОЖНОСТІ МИТНИХ ОРГАНІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ

В умовах глобальних викликів та безпрецедентного тиску, зумовленого тривалою повномасштабною агресією проти України, інституційна спроможність митної служби трансформувалася з суто адміністративної характеристики у стратегічний фундамент національної стійкості, сталого розвитку та економічної безпеки держави. Починаючи з 2022 року, роль митних органів вийшла далеко за межі фіскальної функції: сьогодні вона є критично важливою ланкою у забезпеченні обороноздатності, безперебійного функціонування та гуманітарної стабільності.

Ефективність митниці в цей складний період визначається не лише динамікою наповнення бюджету, а й адаптивністю до умов воєнного стану, здатністю забезпечувати високу якість сервісу та прозорість контролю в умовах підвищених безпекових ризиків. Бізнес, як ключовий стейкхолдер, став більш чутливим до швидкості та передбачуваності митних процедур, що безпосередньо впливає на виживання вітчизняних підприємств. Відтак, сталий розвиток митної системи має базуватися на синергії безпекової стійкості та сервісної орієнтованості, що є запорукою відновлення економічного потенціалу країни [1].

Ця стратегічна мета вимагає об'єктивної оцінки інституційної спроможності системи адаптуватися до нових викликів та відповідати запитам бізнес-середовища. Для верифікації поточної стійкості та вимірювання ефективності проведених трансформацій доцільно простежити еволюцію сприйняття митної служби ключовими стейкхолдерами.

Аналіз динаміки оцінок роботи митниці у ретроспективі 2020–2025 роки є надзвичайно показовим (рис. 1). Він охоплює три різні фази: допандемійний період, ковідні обмеження та, зрештою, найскладніший етап – роботу під час війни. Такий часовий розріз дозволяє не лише зафіксувати поточний стан справ, а й виявити приховані «точки зростання», оцінити рівень цифрової стійкості системи та окреслити системні ризики управлінського характеру, що потребують негайного вирішення для подальшої інтеграції України до єдиного митного простору ЄС.

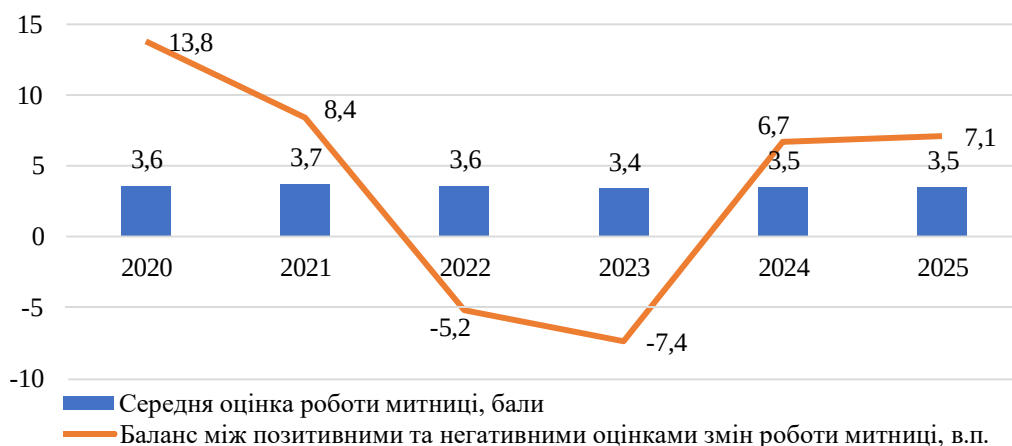


Рис. 1. Динаміка середньої оцінки роботи ДМСУ та балансу оцінок змін в період 2020-2025 років [2]

Аналіз показників роботи ДМСУ у 2020–2025 роках свідчить про високу інституційну стабільність системи попри трансформаційні виклики. У 2020-2021 роках («пандемійна інерція») спостерігався пік довіри бізнесу: середня оцінка сягала 3,7 бала, а баланс змін був максимально позитивним (13,8 в.п.).

Період 2022-2023 роки позначився глибоким кризовим спадом через повномасштабну агресію. Баланс оцінок стрімко перейшов у від’ємну зону (до -7,4 в.п.), що відобразило логістичний шок та зміну фокусу митниці на безпекові пріоритети. При цьому середня оцінка знизилася несуттєво – до 3,4 бала, що підтверджує стійкість системи.

Етап 2024-2025 роки став періодом стабілізації та відновлення. У 2025 році зафіксовано впевнений вихід балансу у позитивну площину (+7,1 в.п.) при середній оцінці 3,5 бала. Така динаміка вказує на успішну адаптацію бізнесу до нових умов. Попри складність реалій, підприємці вбачають позитивні зрушення, оцінюючи вектори розвитку системи як вірні.

Наведені дані підтверджують, що інституційна спроможність митниці витримала критичне навантаження. Подолання кризового спаду 2022–2023 років та вихід на траєкторію стабільного зростання у 2025 році є ключовою ознакою життєздатності системи в умовах воєнного стану. Досить показовим є те, що лінія балансу реагує на події значно оперативніше, ніж стовпчики середньої оцінки. Це свідчить про те, що бізнес швидше фіксує конкретні процедурні зміни, тоді як загальна репутаційна думка про інституцію є більш інертною та формується роками.

Для глибшого розуміння того, які саме фактори забезпечують стабільність системи, а які стримують її розвиток, доцільно проаналізувати динаміку оцінок за окремими складовими діяльності митниці. Деталізація



оцінок за ключовими аспектами (рис. 2) дозволяє ідентифікувати внутрішні джерела інституційної міцності ДМСУ.

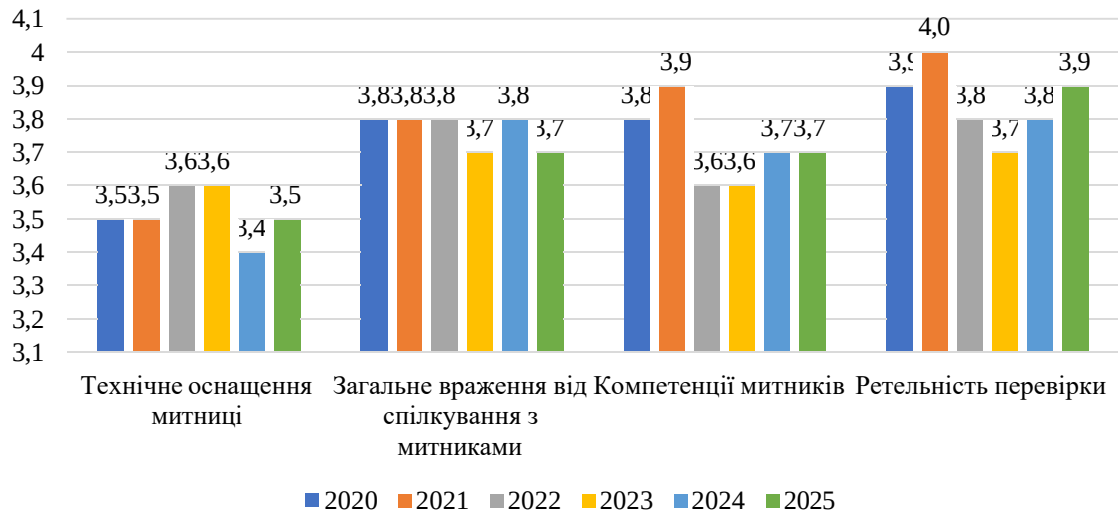


Рис. 2. Динаміка середньої оцінки окремих аспектів роботи митниці в період 2020-2025 років (від 1 до 5 балів), бали [2]

Ретельність перевірки виступає фундаментом безпекової функції митних органів. Протягом усього досліджуваного періоду цей показник залишався найвищим, зафіксувавшись у 2025 році на позначці 3,9 бала (із найвищим значенням 4,0 у 2021 році). Це свідчить про те, що попри виклики війни, митниця не послабила контрольну функцію, що є критично важливим для забезпечення соціально-економічної стабільності та національної безпеки.

Показник професійного потенціалу (компетенції митників) продемонстрував інституційну стійкість: після певного зниження у 2022 році до 3,6 бала, у 2025 році він стабілізувався на рівні 3,7 бала. Дана тенденція вказує на збереження кваліфікованого кадрового ядра та здатність персоналу ефективно працювати в умовах перманентного оновлення законодавства та процедур.

Технічне оснащення залишається найбільш критичним аспектом, який традиційно отримує найнижчі оцінки. Хоча у 2025 році спостерігається певне відновлення показника до рівня 3,5 бала, технічний стан залишається стримуючим фактором для повноцінної реалізації сервісного потенціалу митниці. В контексті сталого розвитку це актуалізує нагальну потребу в інвестиціях у модернізацію інфраструктури та пунктів пропуску.

Комунікаційна складова (загальне враження від спілкування) у 2025 році отримала оцінку 3,7 бала, що прямо корелює з рівнем компетенцій особового



складу. Позитивне сприйняття бізнесом культури взаємодії з митними органами є важливою передумовою для успішного переходу від фіскальної моделі управління до сервісно-орієнтованої.

Виявлені тенденції та диспропорції в оцінках окремих аспектів діяльності ДМСУ дозволяють окреслити стратегічні орієнтири для подальшого реформування служби [3]. Враховуючи позитивну динаміку балансу оцінок, стає очевидним, що інституційна спроможність митних органів у 2025 році характеризується переходом від стадії екстреної адаптації до стабільного функціонування.

Для посилення ролі митниці у забезпеченні соціально-економічної стабільності пріоритетними напрямками управлінської діяльності мають стати:

1. Модернізація технічної інфраструктури та автоматизація процесів (як відповідь на найнижчий бал у рейтингу аспектів діяльності).
2. Спрощення процедур для сегмента мікро- та малого підприємництва, що сприятиме інклюзивності економічного зростання.
3. Підтримання високих стандартів професійної компетенції особового складу, що вже зараз є головною опорою системи.

Саме збалансований розвиток сервісної та контрольної функцій дозволить митним органам стати ефективним драйвером сталого економічного розвитку України та інтенсифікації зовнішньоекономічної діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаренко В. В., Пожар А. А. Митна система України в процесі євроінтеграції: адаптація до норм та практик Європейського Союзу. Економіка та суспільство. Одеса, Вип. 84. 2026. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/7635/7608>.
2. Офіційний сайт Інституту економічних досліджень та політичних консультацій. «Моніторинг роботи митниці очима бізнесу – 2025» URL: https://www.slideshare.net/IER_Kyiv.
3. Офіційний сайт Державної митної служби України. «Нова HR-стратегія Держмитслужби: реформуємо митницю, змінюючи підходи до роботи з персоналом» URL: <https://lnk.ua/g3fhrAezp>.



УДК 640.4:005.35:502/504

Ірина ВОЛЬВАЧ,
к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму,
Максим РИЖИХ,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький

ESG ТА ВІДПОВІДАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ СФЕРИ ГОСТИННОСТІ

У сучасній індустрії гостинності концепція ESG – Environmental (Довкілля), Social (Суспільство) та Governance (Управління) – поступово трансформується з додаткової ініціативи у новий стандарт ведення бізнесу, що виходить за межі традиційного розуміння розкоші. Готельні підприємства дедалі більше орієнтуються не лише на високий рівень сервісу, а й на відповідальне використання ресурсів, зменшення екологічного впливу та створення соціальної цінності для гостей і місцевих громад. ESG-підхід (environmental, social, governance) поступово перетворюється на вагомий фактор розвитку та конкурентоспроможності підприємств індустрії гостинності.

Наразі ESG розглядається як комплексна система управління, що інтегрує екологічні, соціальні та управлінські аспекти діяльності підприємства, орієнтуючи його не лише на економічні результати, а й на ширший вплив на суспільство та довкілля. Такий підхід дозволяє сформулювати нову модель функціонування бізнесу, засновану на принципах сталого розвитку.

Емпіричні дослідження підтверджують наявність зв'язку між ESG-практиками та ефективністю діяльності підприємств. Зокрема, результати аналізу показують, що компанії з вищим рівнем ESG-інтеграції демонструють кращі фінансові показники, зниження ризиків і вищу інвестиційну привабливість [1]. Однак цей зв'язок не є однозначним і може залежати від рівня розвитку підприємства, галузевих особливостей та зовнішнього середовища. Екологічні управлінські практики позитивно впливають на результати діяльності підприємств, при цьому їх ефективність суттєво зростає за умови впровадження зелених інновацій, які виступають ключовим посередником між екологічною відповідальністю та фінансовими результатами бізнесу [2; 3]. Зокрема, використання екологічно чистих технологій, розвиток партнерств та якісний екологічний менеджмент сприяють підвищенню конкурентоспроможності та зниженню витрат [4].

З теоретичної точки зору, взаємозв'язок між ESG, конкурентними перевагами та результативністю пояснюється різними підходами, зокрема



ресурсною теорією, теорією стейкхолдерів і нормативними концепціями відповідального бізнесу. Це підкреслює багатовимірність ESG як управлінського інструменту та його здатність впливати як на внутрішні процеси підприємства, так і на його зовнішнє середовище.

У контексті готельної індустрії ESG набуває особливого значення, оскільки ця сфера характеризується високим рівнем споживання ресурсів і значним впливом на екосистеми, що обумовлює необхідність впровадження енергоефективних технологій, систем управління водними ресурсами та відходами, дозволяє зменшити екологічний вплив і підвищити операційну ефективність. Соціальна складова ESG, зокрема забезпечення належних умов праці та розвиток взаємодії з громадами, безпосередньо впливає на якість послуг і лояльність клієнтів. Ефективне корпоративне управління сприяє підвищенню інвестиційної привабливості підприємств [5].

Важливим аспектом є також трансформація споживчої поведінки: сучасні туристи дедалі частіше надають перевагу готелям, які впроваджують екологічно відповідальні та соціально орієнтовані практики. Це створює додаткові можливості для диференціації послуг і формування лояльності клієнтів, що, у свою чергу, підсилює конкурентні позиції підприємств [6; 7].

Світова туристична та готельна індустрія у 2025 році характеризується стійким відновленням і переходом до траєкторії зростання після пандемічної кризи. За даними World Tourism Barometer [8], кількість міжнародних туристичних прибуттів досягла приблизно 1,52 млрд осіб, що на 4% більше порівняно з 2024 роком і є новим рекордом постпандемічного періоду. Зростання підтримується високим попитом, відновленням ключових ринків, розвитком авіасполучення та спрощенням візових процедур, попри інфляцію та геополітичні ризики. Водночас індустрія демонструє не лише кількісне, а й якісне зростання, оскільки доходи від туризму збільшуються швидше за туристичні потоки, що свідчить про підвищення вартості послуг і попиту на якісний туристичний продукт. У регіональному розрізі лідером є Європа, яка у 2025 році прийняла близько 793 млн туристів, що становить понад половину світового туристичного потоку, демонструючи перевищення допандемічного рівня на 6%.

Попри позитивну динаміку розвитку, галузь і надалі перебуває під впливом суттєвих викликів. Зокрема, тривалий інфляційний тиск та економічна нестабільність позначаються на споживчих витратах і можуть обмежувати готовність населення витрачати кошти на подорожі. У готельному секторі зберігається проблема кадрової нестабільності, що проявляється у високій плинності персоналу. Сучасні споживачі дедалі більше орієнтуються на якість сервісу та очікують не просто проживання, а змістовного досвіду, який поєднує екологічно відповідальні практики з автентичністю місцевої культури.



Провідні компанії індустрії гостинності вже активно впроваджують науково обґрунтовані цілі щодо досягнення кліматичної нейтральності, що зумовлює зростання значущості моніторингу та скорочення викидів вуглецю, зокрема у сферах енергоспоживання, транспорту, ділових поїздок та операційної діяльності. Водночас у центрі уваги опиняються й інші напрями сталого розвитку, серед яких збереження природних ресурсів, використання локальних та екологічно безпечних матеріалів, впровадження безвідходних технологій і раціональне використання води. Посилення вимог з боку зацікавлених сторін є важливим драйвером цих змін: значна частка споживачів уже відчуває наслідки кліматичних змін, що стимулює попит на більш екологічні товари та послуги, а також формує готовність платити вищу ціну за продукцію, створену з дотриманням принципів сталого розвитку. У цьому контексті підприємства змушені інтегрувати ESG-підходи у свою діяльність, приділяючи особливу увагу захисту даних, кліматичній відповідальності та принципам різноманіття, рівності та інклюзії. Паралельно відбувається активне формування нормативного середовища, що сприяє стандартизації ESG-практик: у США посилюються вимоги до розкриття кліматичних і кібербезпекових ризиків, у Європейському Союзі впроваджується директива щодо корпоративної звітності зі сталого розвитку, а на глобальному рівні розробляються уніфіковані стандарти розкриття інформації, що сприяє підвищенню прозорості бізнесу та зміцненню довіри на ринках капіталу.

На рис. 1 наведено логіку перетворення концепції ESG у практику управління підприємствами готельно-ресторанного господарства через систему відповідального управління, що в результаті забезпечує досягнення їх стійкого розвитку.

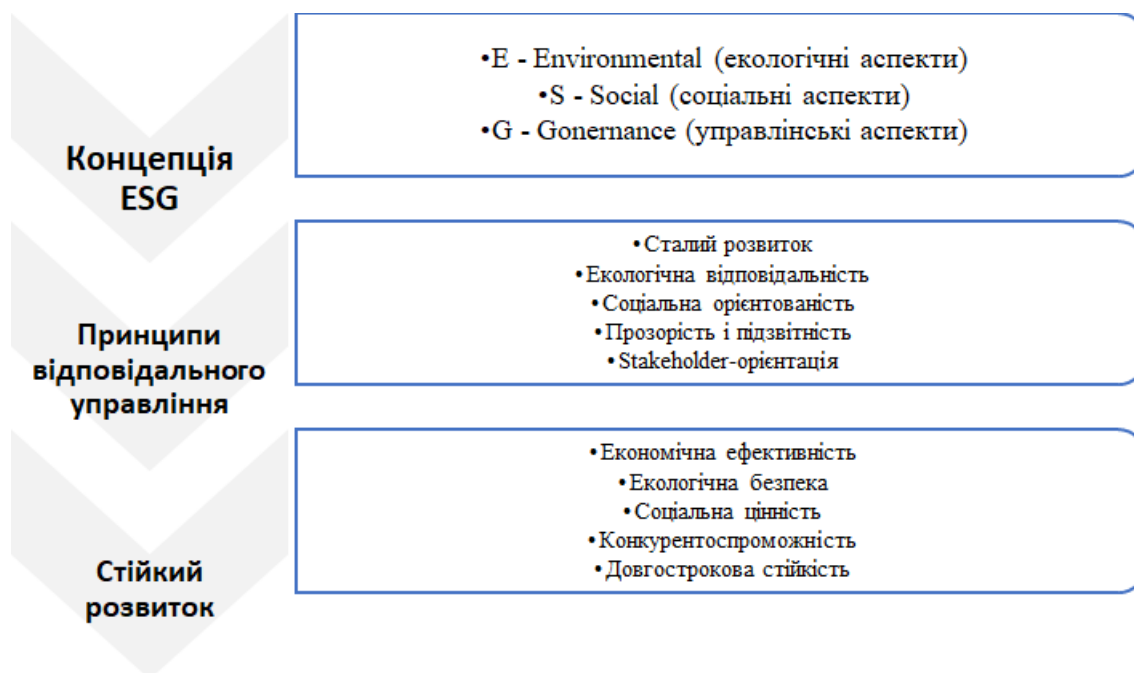


Рис. 1 – Вплив ESG на стійкий розвиток індустрії гостинності
Джерело: розроблено авторами

Інтеграція ESG-принципів у діяльність підприємств індустрії гостинності є необхідною умовою забезпечення їхньої довгострокової стійкості. ESG виступає не лише інструментом мінімізації ризиків і підвищення ефективності, а й важливим чинником формування конкурентних переваг у сучасній глобальній економіці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lu Wen-Min, Ting Irene Wei Kiong, Huang Shu-Hsia. Environmental, Social and Governance (ESG) Initiatives and Firm Efficiency in the Global Tourism and Hospitality Industry: The Role of Business Strategy. Asian Academy of Management Journal of Accounting and Finance. 2025. Vol. 21, No. 1. P. 275–312. URL: <https://doi.org/10.21315/aamjaf2025.21.1.10>
2. Prodanova L., Zakharova O., Yakushev O., Yakusheva O. Threats to the agricultural and forestry sector of the world economy through the prism of war in Ukraine. Crisis Management and Safety Foresight in Forest-Based Sector and Smes Operating in the Global Environment. 15th International Scientific Conference WoodEMA 2022. Conference paper collection. Trnava 2022. P.379-387.
3. Yakushev O., Kozlovska S., Sushko N., Podolian Y., Tykhonova I. Improvement of strategic management of the development of hotel and restaurant



business enterprises. 36. Наук. Праць «Економіка і організація управління Донецького національного університету. – Вінниця: ДонНУ, 2022. – №2 (46). – С.228-239. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2022.2.22>

4. Garad A., Khalifa M. Green Innovation and Firm Performance: The Role of Environmental Management Practices. International Journal of Green Management and Business Studies. 2024. Vol. 4, No. 1. URL: <https://doi.org/10.56830/IJGMBS06202401>

5. Khusenova M. The Impact of ESG Principles on the Hotel Industry. Innovation Science and Technology. 2025. Vol. 1, No. 12. P. 271–275. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17994097>

6. Agoraki K. K., Alexandropoulou A., Didaskalou E., Georgakellos D. A. The Future of Competitive Advantage in the Hotel Industry: ESG Initiatives as a Key Differentiator. WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2024. Vol. 263. P. 39–47. URL: <https://doi.org/10.2495/ST240041>

7. Yakushev, O. (2020). Innovative technologies in the management of business processes of enterprises of hotel-restaurant and tourism industries. Restaurant and Hotel Consulting. Innovations, 3(2), 195-208. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.3.2.2020>

8. World Tourism Barometer. 2026. Vol. 24, No. 1 (January). Madrid. DOI: <https://doi.org/10.18111/wtobarometereng>

УДК 334.722.021:620.92:005.334

*Дмитро ГАЛИНСЬКИЙ,
аспірант, Сумський державний університет, м. Суми*

НИЗЬКА ПІДПРИЄМНИЦЬКА АКТИВНІСТЬ ТА НЕРОЗВИНЕНІСТЬ СТРУКТУРИ МАЛОГО БІЗНЕСУ ЯК ФАКТОРИ РИЗИКУ ДЛЯ СТАРТАПІВ ЗЕЛЕНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Глобальний енергетичний перехід формує значний попит на інноваційні рішення у сфері відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), що актуалізує роль стартапів як рушійної сили технологічних та бізнес-модельних інновацій в енергетичному секторі. Водночас формування та масштабування зелених енергетичних стартапів відбувається не у вакуумі, а в конкретному підприємницькому середовищі, характеристики якого суттєво впливають на шанси нових венчурів на виживання та зростання. Серед ключових характеристик цього середовища – рівень підприємницької активності



населення та розвиненість структури малого та середнього бізнесу (МСП), що разом формують підприємницький потенціал економіки [2; 5].

Підприємницька активність, що вимірюється часткою дорослого населення, залученого до створення або управління новим бізнесом (Total early-stage Entrepreneurial Activity – TEA за методологією GEM), а також щільністю нових бізнес-реєстрацій на 1000 осіб працездатного віку, суттєво варіює між країнами ЄС. Країни з низьким TEA та обмеженою щільністю МСП характеризуються слабшим розвитком підтримуючої інфраструктури для стартапів: менше бізнес-інкубаторів та акселераторів, обмежений пул бізнес-ангелів, нижча готовність корпоративного сектору до партнерства з молодими компаніями [6].

Для зелених енергетичних стартапів низька підприємницька активність економіки створює специфічні ризики, що діють через кілька взаємопов'язаних каналів. Перш за все, обмежується формування спеціалізованих ланцюгів постачання компонентів та послуг для ВДЕ-проектів. Недостатня кількість МСП у суміжних галузях (виробництво обладнання, монтаж, технічне обслуговування, цифрові сервіси для енергетики) змушує стартапи покладатися на імпорт або вертикальну інтеграцію, що підвищує витрати та знижує операційну гнучкість. Дослідження ланцюгів створення вартості в енергетичному секторі підтверджують, що розвиненість місцевої бази постачальників є критичним фактором конкурентоспроможності нових учасників ринку [3].

Окрім того, низький рівень підприємницької культури та обмежений досвід суспільства у підприємництві формують несприятливе соціальне середовище для засновників стартапів. У суспільстві з низькою підприємницькою активністю спостерігається стигматизація підприємницької невдачі, недовіра до інноваційних бізнес-моделей, низька готовність потенційних працівників переходити з великих компаній або державного сектору до стартапів. Це ускладнює залучення кваліфікованих кадрів – критичного ресурсу для технологічних стартапів у сфері ВДЕ, де необхідні фахівці з поєднанням інженерних та підприємницьких компетенцій [4; 7].

Нерозвиненість структури МСП додатково обмежує потенціал для формування локальних інноваційних кластерів у сфері чистої енергетики. Дослідження кластерної динаміки [8] показують, що стартап-екосистеми найефективніше розвиваються в середовищі з високою щільністю різноманітних малих підприємств, які забезпечують ефекти поширення знань, спільного використання ресурсів, формування соціального капіталу та створення щільних мереж для обміну ідеями та досвідом. Відсутність такого середовища ізолює стартапи, ускладнює перехресне запилення ідей між секторами та знижує загальну інноваційну продуктивність екосистеми.



Негативний вплив на розвиток фінансової інфраструктури для стартапів також має низька підприємницька активність. Активність бізнес-ангелів та неформальних інвесторів тісно корелює із загальним рівнем підприємницької активності в країні: де більше людей мають досвід створення бізнесу, там формується більший пул потенційних інвесторів, які розуміють специфіку ранніх стадій і готові вкладати кошти в стартапи. У країнах з низькою ТЕА цей пул інвесторів залишається обмеженим, що створює дефіцит pre-seed та seed фінансування для зелених стартапів [1].

Додатковим проявом ризику є так званий ефект відтоку талантів: підприємливі особи з інноваційними ідеями у сфері ВДЕ можуть мігрувати до країн з більш розвиненим підприємницьким середовищем, де вони отримують ширший доступ до фінансування, менторства та ринків. Це створює самопідтримуючий цикл, де країни з низькою підприємницькою активністю втрачають свій найбільш підприємливий людський капітал, що ще більше послаблює місцеву екосистему.

Для України, яка поєднує амбітні плани зеленого відновлення з історично низьким рівнем підприємницької активності та деформованою структурою бізнесу (домінування мікропідприємств із низькою інноваційною спроможністю, слабкість сегменту компаній середньої капіталізації), зазначені ризики є особливо гострими. Подолання цих бар'єрів потребує системної політики, спрямованої не лише на пряму підтримку зелених стартапів, а й на загальне зміцнення підприємницького середовища. Серед пріоритетних напрямів: спрощення процедур реєстрації та ведення бізнесу, розвиток інститутів підтримки МСП (бізнес-інкубатори, акселератори, менторські програми), формування культури підприємництва через освітні програми на всіх рівнях освіти, популяризація успішних кейсів енергетичних стартапів, створення спеціалізованих навчальних програм для підготовки фахівців з поєднанням інженерних та підприємницьких компетенцій, стимулювання корпоративного співробітництва з стартапами через податкові пільги та державні програми.

Таким чином, низька підприємницька активність та нерозвиненість структури малого бізнесу є системним ризиком, що обмежує формування, зростання та конкурентоспроможність стартапів зеленої енергетики. Урахування цього ризику в стратегіях енергетичного переходу є необхідною умовою ефективного розвитку підприємницької екосистеми у сфері ВДЕ як в ЄС загалом, так і в Україні зокрема.



ЛІТЕРАТУРА

1. Al-Omoush K.S., Anderson A., Ribeiro-Navarrete B. The impact of absorptive capacity, corporate social innovation, and e-business proactiveness on SMES' survival. *Transformations in Business and Economics*. 2023. Vol. 22 (1) P. 130–148. DOI:10.1080/10438590600983994
2. Giorgos A., Polytimi F., Androniki K. State and Entrepreneurship on the Road to Green Growth in a Post Lignite Era: Friends or Foes? *European Journal of Interdisciplinary Studies*. 2023. Vol. 15(2). P. 90–96. DOI: 10.24818/ejis.2023.18
3. Gedvilaite D., Ginevicius R. Assessment of the technological efficiency of production and consumption of EU countries in the context of circular economy. *Journal of international studies*. 2024. Vol. 17(1). P. 83–96. DOI: 10.14254/2071-8330.2024/17-1/5
4. Jakubelskas U., Skvarciany V. Circular economy practices as a tool for sustainable development in the context of renewable energy: What are the opportunities for the EU? *Oeconomia Copernicana*. 2023. Vol. 14(3). P. 833–859. DOI: 10.24136/oc.2023.025
5. Kubalek J., Kudej M., Erben M. The impact of environmental factors on the perception of the ESG concept. *Transformations in Business and Economics*. 2024. Vol. 23(3). P. 237–249.
6. Kuzior A., Bielialov T., Morozova O., Rubanov P., Holub I., Lyeonov S. Does a country's energy security increase with advances in government AI readiness? An empirical panel study. *Environmental Economics*. 2025. Vol. 16(4). P. 182–196. DOI: 10.21511/ee.16(4).2025.12
7. Noja G. G., Cristea M., Pirtea M. G., Panait M., Drăcea R. M., Abrudan D. Drivers of Firms' Financial Performance in the Energy Sector: A Comparative Approach between the Conventional and Renewable Energy Fields. *Engineering Economics*. 2023. Vol. 34(2). P. 205–222. DOI: 10.5755/j01.ee.34.2.31274
8. Hua-Tang Y., Jun W., Chun-Ping C. Going green with artificial intelligence: The path of technological change towards the renewable energy transition. *Oeconomia Copernicana*. 2023. Vol. 14 (4). P. 1059–1095. DOI: 10.24136/oc.2023.032

УДК 339.138:338.27

Юлія ДЖЕРЕЛЮК

д.е.н., професор кафедри менеджменту, маркетингу і туризму

Анастасія МИСАН

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти



Олександр РАК

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ЗАСАДАХ УПРАВЛІННЯ ЛОЯЛЬНІСТЮ СПОЖИВАЧІВ

Одним із найбільш важливих напрямів підвищення ефективності маркетингової діяльності підприємств виступають сучасні управлінські технології, орієнтовані на досягнення лояльності споживачів. Проте складність сучасних економічних систем вимагає розробки науково обґрунтованого прогнозування результатів маркетингових зусиль.

Пошук нового клієнта є лише початком маркетингової діяльності підприємства, тоді як побудова довготривалих партнерських відносин, в основу яких покладена взаємна довіра між споживачем та продавцем, є запорукою покращання ринкових позицій підприємства [2]. На скільки чітко керівники підприємства розуміють механізми формування та підтримки споживчої лояльності, настільки ефективною є діяльність такого підприємства, оскільки лояльний покупець не тільки віддасть перевагу продукції цього підприємства перед альтернативними пропозиціями конкурентів, але й є схильним витратити на його товари набагато більше, чим випадковий споживач [2]. На основі дослідження найбільш популярних визначень лояльності споживачів, найбільш повним, на сьогодні є визначення Сінковської В.М. [1]: «Лояльність – позитивне ставлення до підприємства, сутність якого виражається у беззаперечному виборі споживачем цього підприємства, незалежно від будь-яких дій конкурентів та зміни ринкового середовища». У дослідженні [3] зазначено, що оцінювання процесу формування клієнтської лояльності крізь призму життєвого циклу взаємовідносин дозволяє ідентифікувати ключові детермінанти впливу на споживача; такий підхід забезпечує підґрунтя для визначення маркетингових заходів, спрямованих на зміцнення довгострокового партнерства на кожному етапі взаємодії підприємства з клієнтом.

Важливість формування лояльності клієнтів для підприємства обумовлюється наступним [1]: прогнозованість діяльності підприємства завдяки зберіганню базової частини клієнтів; зниження витрат на маркетинг; зниження відтоку клієнтів; зниження витрат на залучення нових клієнтів; зниження витрат на повернення втрачених клієнтів. Ефективна програма лояльності забезпечує формування стійкої прихильності споживачів та дозволяє підприємству: утримувати найбільш прибуткові сегменти, налагодити постійну комунікацію, сформувати якісну базу даних для аналізу та впливу на поведінку



клієнтів, а також оптимізувати маркетингові витрати завдяки персоналізації пропозицій [1].

Основними складовими процесу формування лояльності споживачів є [2]: визначення та формування підприємством сегмента ключових споживачів; управління асортиментом; формування обізнаності споживачів; посилення лояльності винагородженням постійних клієнтів; розроблення механізму реагування на скарги та претензії споживачів; постійна співпраця зі споживачами.

Реалізація зазначених складових процесу формування лояльності споживачів безпосередньо трансформується у фінансово-економічні результати, що актуалізує питання комплексного оцінювання та прогнозування ефективності маркетингової діяльності підприємства. Т. В. Деділова, І. В. Осьмірко [4] наголошують, що ефективність маркетингової діяльності підприємства залежить від низки факторів, які потребують постійного аналізу та вдосконалення, зокрема: характеристик цільової аудиторії, якості продукту, вибору маркетингових каналів, моніторингу результатів та стану конкурентного середовища. Таким чином, між лояльністю споживачів та ефективністю маркетингової діяльності існує прямий зв'язок: правильно побудована робота з клієнтами перетворює їхню прихильність на стабільний прибуток, що дозволяє підприємству не лише оцінювати поточні успіхи, а й чітко прогнозувати свою діяльність у майбутньому, спираючись на надійну базу постійних покупців. Можливість точного прогнозування результатів маркетингової діяльності на основі лояльності споживачів дозволяє підприємству завчасно адаптувати свою стратегію до ринкових змін і гарантувати стабільну прибутковість у конкурентному середовищі. У дослідженні [5] зазначено, що процес прогнозування маркетингової ефективності передбачає послідовну реалізацію п'яти етапів: від визначення мети моделювання та ідентифікації показників до вибору методів розрахунку, безпосереднього проведення обчислень та остаточної економічної інтерпретації результатів. Розробка моделей здійснюється з дотриманням ключових прогностичних принципів: системності, узгодженості, варіантності, неперервності (коригування за новими даними), верифікації (оцінки правильності) та рентабельності (перевищення ефекту від прогнозу над витратами на його створення).

Доцільно зауважити, що системний підхід до прогнозування ефективності маркетингової діяльності на засадах управління лояльністю передбачає послідовну реалізацію п'яти етапів: від чіткого визначення мети прогнозу та ідентифікації ключових індикаторів (лояльності та збуту) до вибору адекватного математичного інструментарію та економічної інтерпретації отриманих результатів; такий алгоритм дозволяє перетворити суб'єктивні



характеристики споживчої поведінки на об'єктивні прогнозні моделі розвитку підприємства.

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що між управлінням лояльністю споживачів та ефективністю маркетингової діяльності підприємства існує прямий кореляційний зв'язок: системна взаємодія з клієнтами трансформує їхню прихильність у стабільні фінансово-економічні результати. Системний підхід до прогнозування ефективності маркетингової діяльності на засадах управління лояльністю дозволяє перетворити суб'єктивні характеристики споживчої поведінки на об'єктивні прогнозні моделі розвитку підприємства. Використання чіткого алгоритму розрахунків у поєднанні з принципами системності, варіантності та верифікації дає змогу підприємству завчасно адаптувати свою стратегію до ринкових змін і гарантувати стабільну прибутковість у конкурентному середовищі. Важливою особливістю прогнозування ефективності маркетингової діяльності на засадах управління лояльністю є її багатофакторна детермінація, що зумовлює необхідність розробки прогнозних моделей на основі інтеграції різноманітних показників (якості продукту, рівня сервісу та емоційного сприйняття бренду) для об'єктивного оцінювання внеску кожного чинника у формування фінансового результату підприємства. Це забезпечує точність розрахунків майбутнього прибутку та дозволяє підприємству завчасно адаптувати стратегію до конкурентних змін ринкового середовища. Подальший науковий пошук у цьому напрямі доцільно зосередити на вдосконаленні методичного інструментарію прогнозування ефективності маркетингу, що дозволить кількісно оцінити вплив управління лояльністю на забезпечення стійких фінансово-економічних результатів діяльності підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сіньковська В. М. Вимірювання лояльності споживачів в умовах конкуренції. *Маркетинг і цифрові технології*. 2019. № 4/3. С. 40–60. URL: <https://mdt-opu.com.ua/index.php/mdt/article/view/83>
2. Штундер І. О., Назаренко В. М. Особливості формування лояльності на ринку громадського харчування. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. № 3 (25). Т. 2. 2017. С. 172–175. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mnj_2017_3%282%29_38
3. Устік Т., Колодненко Н. Запровадження маркетингових інструментів для підвищення лояльності клієнтів. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2024. №1. С.208–214. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-326-34>



4. Деділова Т. В., Осьмірко І. В. Актуальні аспекти підвищення ефективності маркетингової діяльності підприємства. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва*. 2023. №30. С.117–125. DOI: <https://doi.org/10.30977/PPB.2226-8820.2023.30.117>

5. Пілько А. Д., Лукан. О. М. Прогнозування ефективності управління маркетинговою і збутовою діяльністю підприємства. *Моделювання регіональної економіки*. 2012. №1. С.272-279. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/Modre_2012_1_33

УДК 338.1: 658.5

Юлія ДЖЕРЕЛЮК

д.е.н., професор кафедри менеджменту, маркетингу і туризму

Микола НОВІЦЬКИЙ

здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРТНЕРСЬКИМИ ВІДНОСИНАМИ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Сучасне бізнес-середовище характеризується високою динамічністю, технологічними змінами та економічною нестабільністю, що змушує підприємства постійно шукати нові методи адаптації. У таких умовах традиційні підходи до управління стають недостатніми, тому особливого значення набуває забезпечення економічної стійкості. Економічна стійкість підприємства – це його довгострокова здатність послідовно покращувати свої конкурентні позиції, незважаючи на перманентний вплив зовнішніх та внутрішніх чинників [1]. Одним із ключових факторів забезпечення економічної стійкості є формування системи управління партнерськими відносинами. Незважаючи на значну кількість наукових праць, питання управління партнерськими відносинами, що враховує різні аспекти забезпечення економічної стійкості підприємства, залишається актуальним. Маркетинг партнерських відносин розглядається як інноваційний підхід до організації бізнес-взаємодій, що ґрунтується на співпраці, довірі, обміні ресурсами та створенні спільної цінності для всіх учасників ринку [2].

На нашу думку, значення формування системи управління партнерськими відносинами як фактора забезпечення економічної стійкості підприємства полягає у забезпеченні таких результатів: зниженні рівня ризику через встановлення прозорих і довгострокових зв'язків із контрагентами; підвищенні операційної гнучкості суб'єкта господарювання, що дозволяє оперативно адаптувати бізнес-процеси до змін ринкової кон'юнктури; отриманні доступу



до додаткових зовнішніх ресурсів, технологій та інтелектуального капіталу без залучення значних власних інвестицій; оптимізації маркетингово-логістичних ланцюгів, що гарантує безперебійність постачання та стабільність збуту продукції; зміцненні конкурентних позицій за рахунок формування спільної стратегії розвитку з ключовими партнерами; забезпеченні стратегічної резильєнтності підприємства, що виражається в його здатності не лише протистояти зовнішнім впливам, а й швидко відновлювати ефективне функціонування після кризових ситуацій.

Головною метою формування системи управління партнерськими відносинами є створення цілісного механізму стратегічної взаємодії з контрагентами, що забезпечує довгострокову економічну стійкість підприємства шляхом синергії ресурсів та мінімізації ризиків у мінливому ринковому середовищі. На думку вчених [3], системна класифікація факторів забезпечення економічної стійкості підприємства дозволяє виокремити такі ключові категорії: конкурентне середовище, що охоплює макроекономічні чинники у вигляді рівня інфляції, стабільності валюти, загального стану ринків; технологічні зміни, передусім інновації та цифровізація, що створюють нові можливості для розвитку, але водночас потребують суттєвих капіталовкладень і високої швидкості освоєння нових рішень; екологічні та соціальні виклики, які актуалізують вимоги щодо відповідальності та соціальної справедливості як базису сталого розвитку; інтенсивна конкуренція на глобальному ринку, що змушує бізнес впроваджувати стратегії підвищення гнучкості та оперативності реагування на умови зовнішнього середовища, які постійно змінюються.

У теорії менеджменту чинники забезпечення стабільного функціонування традиційно класифікують на дві засадничі групи: ендогенні (внутрішні) та екзогенні (зовнішні), що дає підстави стверджувати про безпосередню залежність діяльності суб'єктів господарювання від сукупного впливу цих факторів, здатних спричиняти порушення мікроекономічних пропорцій та критично впливати на рівень економічної стійкості підприємства [4]. У цьому контексті формування системи управління партнерськими відносинами слід розглядати як потужний стимулюючий фактор, оскільки стратегічна кооперація дозволяє трансформувати зовнішні загрози у спільні можливості, посилюючи позитивний вплив факторів забезпечення економічної стійкості. Завдяки інтеграції з надійними партнерами підприємство отримує змогу нівелювати дію дестимулюючих факторів через розподіл ризиків та колективне використання ресурсів, що перетворює партнерство на дієвий інструмент підтримки мікроекономічних пропорцій та стабілізації бізнес-процесів у динамічному середовищі [5].

Економічна стійкість підприємства забезпечується через взаємодію кількох ключових факторів, серед яких визначальне місце посідає формування



системи управління партнерськими відносинами як інтегруючої ланки між ендогенним потенціалом та екзогенним середовищем. Всі фактори не тільки взаємодіють між собою, вони ще зумовлюють появу і нових факторів, від яких залежить економічна стійкість підприємства.

Узагальнену класифікацію груп факторів забезпечення економічної стійкості підприємства наведено в табл. 1. Наведена деталізована класифікація доводить, що система управління партнерськими відносинами не є локальним інструментом, а виступає фундаментальним координаційним механізмом, який пронизує всі рівні функціонування підприємства. З позиції системного підходу, значення партнерства як фактор стійкості проявляється у декількох критичних аспектів: партнерські відносини дозволяють нівелювати жорстку межу між зовнішніми загрозами та внутрішніми можливостями; у розрізі спрямованості впливу партнерство класифікується як потужний стимулюючий фактор; класифікація за функціональними підсистемами підтверджує, що партнерство зміцнює кожен елемент структури бізнесу; перехід від неформалізованих довірених зв'язків до формалізованих систем управління відносинами з бізнес-партнерами дозволяє кількісно вимірювати ефективність взаємодії.

Отже, інтеграція партнерських відносин у загальну систему чинників забезпечення економічної стійкості дозволяє підприємству перейти від моделі пасивної адаптації до стратегії активного формування сприятливого бізнес-середовища. Перевагами системного підходу є те, що його застосування передбачає визначення цілей та критеріїв управління партнерськими відносинами як фактора забезпечення економічної стійкості підприємства.

Таблиця 1.

Деталізована класифікація груп факторів забезпечення економічної підприємства

Класифікаційна ознака	Класифікаційні групи	Роль партнерських відносин у забезпеченні економічної стійкості
Належність до досліджуваного об'єкта	Екзогенні (зовнішні), ендогенні (внутрішні)	Виступають сполучною ланкою, що трансформує зовнішні загрози у внутрішні можливості через спільні ресурси.
Значимість	Основні, другорядні	Надійне партнерство переходить у розряд основних чинників, що визначають виживання бізнесу в кризу.
Масштаб впливу	Загальні, специфічні	Сприяють адаптації до загальних ринкових змін та вирішенню специфічних проблем конкретної галузі.
Напрями впливу	Сприятливі, несприятливі	Посилюють дію сприятливих факторів та створюють «буфер» для пом'якшення несприятливих впливів.
Тривалість впливу	Довгострокові, середньострокові і короткострокові	Формують основу для довгострокової стійкості через стабільні ланцюги постачання та збуту.



Продовження таблиці 1.

Характер впливу	Постійні, періодичні, тимчасові, випадкові; прямого впливу, непрямого впливу.	Забезпечують стійкість до непередбачуваних потрясінь та стабілізують взаємодію із суб'єктами прямого впливу (постачальниками, клієнтами).
За функціональними підсистемами	Економічні, фінансові, технологічні, соціальні, виробничі та ін.	Інтегруються в усі підсистеми: від спільного фінансування проєктів до технологічного обміну та маркетингу.
Передбачуваність	Передбачувані (прогнозовані), непередбачувані (непрогнозовані)	Спільний моніторинг ринку з партнерами підвищує якість прогнозування непередбачуваних загроз.
Можливість обліку і кількісного виміру	Неформалізовані, формалізовані	Переводять неформалізовані довіри у формалізовані договори та показники ефективності партнерства.
За своєю спрямованістю	Стимулюючі, дестимулюючі	Виступають потужним стимулюючим чинником, що активізує внутрішній потенціал розвитку підприємства.
За стадією життєвого циклу підприємства	На стадії народження, стадії становлення, стадії розвитку, стадії стабільності, стадії занепаду	Підтримують підприємство на стадії становлення та допомагають уникнути стадії занепаду через реструктуризацію зв'язків.
За типом партнерських відносин	Разові, постійні, довірчі, інтегровані	Формують адаптивний потенціал підприємства, дозволяючи синхронізувати внутрішні бізнес-процеси з динамічними змінами ринкового середовища.

Джерело: узагальнено та доповнено авторами на основі [1; 3–4]

Проведене дослідження [4] наголошує на тому, що застосування системного підходу до управління партнерськими відносинами надає змогу відокремити елементи індивідуальності й визначити її склад як системи, визначити спосіб, за допомогою якого елементи пов'язані між собою, її характер (статичність, динамічність), виділити домінуючі чинники, встановити рівень цілісності системи, вивчити взаємодію з зовнішнім середовищем, виявити функції системи.

Система управління партнерськими відносинами є також важливим інструментом для забезпечення економічної стійкості підприємства, оскільки вона дозволяє зменшити вплив зовнішніх загроз та зміцнити внутрішні можливості бізнесу. Основною особливістю системи є здатність до швидкого відновлення після кризових ситуацій завдяки підтримці партнерів, які можуть тимчасово підстрахувати ресурсами, інформацією чи фінансами. Важливо, що спільний рівень захищеності групи партнерів завжди вищий, ніж можливості одного підприємства, що діє самостійно. Система управління партнерськими



відносинами повинна працювати на випередження, адже спільний моніторинг ринку дозволяє партнерам помітити небезпеку заздалегідь і підготуватися до неї.

Об'єктом управління у межах сформованої системи виступає сукупність стратегічних та тактичних взаємозв'язків підприємства з партнерами, що визначають його здатність зберігати економічну стійкість у кризових умовах. Предметом управління є процес трансформації цих партнерських відносин у дієвий ресурс економічної стійкості через узгодження інтересів, спільне використання активів та розподіл ризиків між учасниками. У межах системного підходу суб'єктом управління партнерськими відносинами виступає багаторівнева структура управлінців та фахівців, діяльність яких інтегрована у єдиний контур забезпечення економічної стійкості підприємства.

Сучасна система управління партнерськими відносинами є складною структурою, яку слід розглядати як сукупність взаємозалежних підсистем: зовнішнього середовища, цільової, забезпечувальної, керуючої та керованої. Цільова підсистема визначає стратегічні орієнтири взаємодії. Забезпечувальна підсистема відіграє критичну роль у функціонуванні партнерства та складається з таких елементів: інформаційна складова, нормативно-правова складова, ресурсна складова. Керована підсистема безпосередньо відповідає за трансформацію партнерського потенціалу у внутрішню економічну стійкість підприємства (операційну, маркетингову, фінансову, кадрову). Керуюча підсистема виконує функції прогнозування, планування, організації та контролю партнерських відносин.

Таким чином, формування цілісної системи управління партнерськими відносинами на основі системного підходу виступає фундаментальним координаційним механізмом, що інтегрує ендогенний потенціал підприємства з екзогенним середовищем для трансформації зовнішніх загроз у спільні можливості, мінімізації ризиків та забезпечення довгострокової економічної стійкості через синергію ресурсів і стабілізацію мікроекономічних пропорцій у мінливому ринковому середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боковець В. В., Давидюк Л. П. Стабільний розвиток та економічна стійкість в умовах глобалізації. *Modeling the development of the economic systems* 2024. №(4). С. 405–409. URL: <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-14-53>
2. Бондаренко В. М., Мостенська Т. Л. Маркетинг партнерських відносин у розвитку бізнес-взаємодій в Україні: виклики та можливості. *Економіка та суспільство*. 2025. №79. С. 25–31. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-27>.



3. Хахалєв Д., Гагарінов О. Економічна стійкість підприємства як основа сталого розвитку в умовах глобальних змін. *Modeling the development of the economic systems*. 2024. №3. С. 145–151. URL: <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-13-19>

4. Пшенична М. В. Зовнішні та внутрішні фактори впливу на економічну стійкість підприємства. *Collection of scientific papers «ЛЮГОС»*. 2025. №1. С. 24–28. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-24.01.2025.003>

5. Бондаренко В., Лі Цзехао. Маркетинг партнерських відносин як основа ведення сучасного бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2024. № 61. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-43>

УДК 658.62:005.332.4

Юлія ДЖЕРЕЛЮК

д.е.н., професор кафедри менеджменту, маркетингу і туризму

Нелік ПОПОВИЧ

здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ІННОВАЦІЙНІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ ТОВАРНОЇ ПОЛІТИКИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

У сучасних умовах турбулентності макроекономічного середовища, стрімкого розвитку технологій та глобалізації ринків, забезпечення довгострокового виживання підприємства неможливе без ефективної системи управління конкурентоспроможністю. Сьогодні ця система перестала бути набором реактивних заходів на дії конкурентів, вона трансформувалася в інтегрований, проактивний механізм, що пронизує всі рівні організації та визначає її стратегічний вектор руху [1].

У науковій літературі категорія «система управління конкурентоспроможністю підприємства» має глибоке теоретичне підґрунтя, сформоване провідними представниками західної економічної школи. Засновник сучасної теорії конкуренції М. Портер [2] розглядав управління конкурентоспроможністю через призму здатності підприємства створювати вищу цінність для клієнтів за допомогою стратегій лідерства у витратах або диференціації, акцентуючи на важливості постійного вдосконалення внутрішнього «ланцюга створення цінності». Своєю чергою, видатні стратеги К. Прахалад та Г. Гамел [3] аргументували, що стійка перевага базується на «ключових компетенціях» – здатності підприємства консолідувати технологічні навички швидше й ефективніше за конкурентів. За Ж. Ламбенем, головним



мірилом ефективності цієї системи є здатність утримувати та збільшувати ринкову частку в умовах інтенсивної боротьби [4].

Ядром будь-якої економічної діяльності є продукт. Отже, системи управління конкурентоспроможністю вибудовується навколо товарної політики підприємства. Без конкурентоспроможного товару чи послуги всі інші управлінські зусилля (логістика, ціноутворення, комунікації) втрачають сенс [2].

Товарна політика – це комплекс стратегічних рішень щодо формування асортименту, управління життєвим циклом товарів, розробки нових продуктів та забезпечення якості. Ф. Котлер визначає товарну політику як серцевину маркетинг-міксу, стверджуючи, що саме товар створює базову споживчу цінність. Німецькі вчені Є. Дихтль та Х. Хершген розглядали її як свідоме формування пропозиції, що постійно адаптується до вимог ринку і є запорукою конкурентних переваг [1].

Традиційні інструменти оновлення асортименту сьогодні є недостатніми. Під впливом зовнішніх викликів, а саме переходу до сталого розвитку (ESG) та зміни споживчих патернів, підприємства змушені переходити до інноваційної парадигми.

Аналіз світового досвіду дозволяє виокремити п'ять ключових інноваційних векторів товарної політики в системі забезпечення конкурентоспроможності [2]:

- Вектор цифровізації (Smartization) передбачає перетворення звичайних товарів на кіберфізичні системи, інтегровані в Інтернет речей (IoT), що дозволяє підприємству не просто продавати фізичний продукт, а збирати унікальні дані про його експлуатацію та надавати предиктивне обслуговування.

- Вектор сервітизації (Product-Service Systems) передбачає зміщення фокусу з продажу матеріального об'єкта на продаж результату його використання: замість постачання обладнання підприємство пропонує контракт на його безперебійну роботу.

- Вектор екологізації (Circularity) ґрунтується на впровадженні принципів циркулярної економіки: використанні вторинної сировини, екодизайну та відмові від «запланованого старіння», що стає критичною умовою для доступу на розвинені ринки.

- Вектор гіперкастомізації (Co-creation) базується на модульній архітектурі та 3D-друці, що дозволяє підприємству відійти від масового виробництва: споживач стає «просьюмером» – співавтором продукту, отримуючи можливість налаштувати товар під власні унікальні потреби ще до моменту його фізичного створення.

- Agile-парадигма розробки (New Product Development) передбачає зміни у самому процесі створення товарів: замість тривалого проектування



підприємства швидко випускають на ринок мінімально життєздатний продукт (MVP), тестують його та безперервно вдосконалюють, спираючись на реальний зворотний зв'язок.

Зазначимо, що реалізація зазначених інноваційних векторів – це інструмент для формування стійких конкурентних переваг. На основі проведеного дослідження пропонується авторська структурно-логічна модель, яка візуалізує повний цикл інтеграції інноваційних векторів розвитку товарної політики в систему управління конкурентоспроможністю підприємства (рис. 1).



Рис. 1. Цикл інтеграції інноваційної товарної політики в систему управління конкурентоспроможністю підприємства

**Джерело: розроблено авторами на основі [1; 3–4]*

Як демонструє розроблена модель, впровадження інноваційних векторів запускає механізм конвертації зусиль у реальну ринкову силу: цифровізація формує інформаційну перевагу щодо даних клієнта; сервітизація зводить високі бар'єри перемикання, роблячи перехід до конкурента економічно не вигідним; кастомізація та екологізація створюють цінову нееластичність, захищаючи підприємства від руйнівних цінових війн, а Agile-підхід кардинально знижує фінансові ризики на R&D-розробку [2–3].

Завершальним етапом цієї структурно-логічної моделі є вихід системи на новий рівень. Синергетичний вплив усіх інноваційних векторів товарної політики забезпечує підприємствам зростання ринкової вартості бренду, збільшення частки ринку, максимізацію економічної доданої вартості (EVA) та формування високої резильєнтності – здатності бізнесу витримувати макроекономічні шоки [4].

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що товарна політика виступає центральним драйвером системи управління



конкурентоспроможністю сучасного підприємства. Традиційні підходи вичерпали свій потенціал. Безальтернативним шляхом розвитку є імплементація інноваційної парадигми, яка базується на цифровізації, сервітизації, екологізації, кастомізації та гнучких методах розробки. Успіх підприємства залежить від його здатності об'єднати ці вектори в єдину, безперервно діючу систему, орієнтовану на випередження технологічних зламів та очікувань споживача.

ЛІТЕРАТУРА

1. Холодний Г., Холодна Ю. Інновації в товарній політиці: вплив на маркетингові стратегії та конкурентоспроможність. *Економіка та суспільство*, 2023. № 53. DOI : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-53-12>
2. Голишева Є. Інструменти інноваційного маркетингу для підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств. *Економіка та суспільство*, 2021. № 32. DOI : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-76>
3. Пронько Л. М., Токар К. С. Маркетингова стратегія у формуванні конкурентоспроможності підприємства. *Ефективна економіка*. 2022. № 4. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2022.4.73>
4. Чміль Г. Л. Формування маркетингової товарної політики підприємства для забезпечення стійкості в умовах воєнного стану. *Актуальні проблеми сталого розвитку*. 2025. № 2(2). С. 209-217. DOI: [https://doi.org/10.60022/2\(2\)-23S](https://doi.org/10.60022/2(2)-23S)

УДК 657.1:331.108.45:330.341.1

Олена ЄРЕМЯН

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансів, обліку та оподаткування
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ІНВЕСТИЦІЇ В БЕЗПЕРЕРВНУ ОСВІТУ БУХГАЛТЕРА ЯК ІНСТРУМЕНТ АДАПТАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА ДО ШВИДКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ЗМІН

Сучасна глобальна економіка перебуває у стані перманентної турбулентності, що зумовлено стрімким розвитком Індустрії 4.0, геополітичними зрушеннями та інституційними трансформаціями [9]. У цьому контексті професія бухгалтера та аудитора зазнає фундаментальних змін. Перехід від традиційної фіксації історичних даних до стратегічного консультування та прогнозування вимагає нової парадигми професійного



розвитку. Інвестиції у безперервну освіту (Lifelong Learning) фахівців з обліку та оподаткування стають не просто вимогою ринку праці, а критично важливим фактором забезпечення стійкості бізнесу та здатності всього суспільства адаптуватися до нових викликів [5, с. 45].

Таблиця 1.

Ключові виклики цифрової та регуляторної трансформації обліку
та напрями професійного розвитку бухгалтерів

Цифровізація обліку та аудиту як каталізатор освітніх трансформацій		
Впровадження штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання	ШІ бере на себе завдання з первинної обробки даних, розпізнавання документів та виявлення аномалій у транзакціях [2; 6].	Від сучасного фахівця вимагається не збір даних, а їхня складна аналітика, інтерпретація результатів, згенерованих ШІ, та налаштування алгоритмів для підвищення точності фінансового аналізу.
Інтеграція спеціалізованого хмарного програмного забезпечення	Хмарні технології забезпечують доступ до фінансової інформації в режимі реального часу, що трансформує підходи до управлінського обліку та аудиторських процедур [6, с. 214].	Освітні інвестиції мають спрямовуватися на опанування архітектури хмарних ERP-систем та розуміння принципів кібербезпеки фінансових даних.
Блокчейн та смарт-контракти	Децентралізовані технології створюють нове середовище для підтвердження достовірності транзакцій.	Бухгалтер майбутнього повинен володіти концептуальним розумінням цих технологій для їх імплементації в облікові політики підприємств.
Міжнародне оподаткування та регуляторна динаміка		
Глобальна податкова реформа (OECD Pillar Two) [7].	Впровадження глобального мінімального податку для транснаціональних корпорацій та нових правил протидії розмиванню податкової бази докорінно змінює ландшафт міжнародного оподаткування.	Відсутність актуальних знань у цій сфері може призвести до колосальних фінансових ризиків для бізнесу. Інвестиції в освіту дозволяють своєчасно імплементувати ці стандарти в національну практику.
Євроінтеграційні процеси	Гармонізація національного законодавства з директивами ЄС вимагає від фахівців постійного моніторингу та вивчення європейських правових та економічних норм.	Проходження сертифікованих онлайн-курсів та програм підвищення кваліфікації з питань європейської інтеграції є обов'язковою складовою професійної придатності сучасного фахівця.



Продовження таблиці 1.

ESG-звітність (Environmental, Social, and Governance) [1; 8]	Перехід до концепції сталого розвитку вимагає від підприємств формування нефінансової звітності.	Бухгалтери стають ключовими особами, відповідальними за збір, верифікацію та розкриття інформації щодо екологічного та соціального впливу компаній.

Отже, технологічний прогрес докорінно змінює архітектуру фінансових процесів [2, с. 57]. Економічні зміни супроводжуються ускладненням регуляторного середовища. Глобалізація економіки вимагає від фахівців глибокого розуміння міжнародних стандартів, що постійно оновлюються [3, с. 24].

Таким чином, безперервна освіта бухгалтерів та аудиторів має потужний мультиплікативний ефект для всієї економічної системи. Так як висококваліфіковані фахівці забезпечують прозорість та достовірність фінансової звітності, що є головним критерієм для залучення зовнішніх інвестицій (зокрема іноземних) [5, с. 47]. У свою чергу, глибоке розуміння податкового законодавства та навички предиктивного фінансового аналізу дозволяють компаніям уникати штрафних санкцій, оптимізувати податкове навантаження в рамках закону та запобігати банкрутствам [4, с. 121]. А в умовах, коли фінансові інституції та корпоративний сектор управляються фахівцями, які здатні швидко реагувати на кризи (наприклад, перехід на дистанційну роботу, зміни ланцюгів постачання, інфляційні шоки), економіка в цілому стає більш стійкою [9]. Це зберігає робочі місця, забезпечує стабільність податкових надходжень і підтримує соціальний баланс.

Тому, новою моделлю компетенцій є синергія Hard та Soft Skills. Інвестиції в освіту мають бути комплексними та охоплювати формування принципово нового набору навичок бухгалтера та аудитора, де :

- фокус зміщується на поглиблене вивчення МСФЗ, міжнародного податкового планування, архітектури баз даних, просунутого володіння аналітичними інструментами (наприклад, поглиблений Excel, Power BI, Python для аналізу даних) [3; 6];

- уміння ефективно комунікувати, працювати в міждисциплінарних командах, критичне мислення та емоційний інтелект стають визначальними. Бухгалтер має вміти «перекладати» складні фінансові дані на зрозумілу мову для керівництва та стейкхолдерів [9];

- професійне володіння іноземними мовами (насамперед англійською, а також іншими мовами, залежно від ринків збуту та партнерств компанії) в умовах глобалізації є необхідним для вивчення першоджерел міжнародних



стандартів, участі у міжнародних вебінарах та спілкування із закордонними колегами та інвесторами [7; 8].

Забезпечення ефективного процесу Lifelong Learning потребує спільних зусиль різних інституцій. Заклади вищої освіти мають регулярно оновлювати робочі програми, впроваджувати дуальну освіту, залучати практиків з провідних аудиторських компаній. Важливу роль також відіграє членство в професійних організаціях, участь у фахових тренінгах, стратегічних сесіях з цифрової трансформації та форумах. Це формує середовище для обміну досвідом та стандартизує вимоги до професії на ринку. А роботодавці повинні розглядати витрати на навчання співробітників фінансових підрозділів не як адміністративні витрати, а як стратегічні інвестиції (ROI), що безпосередньо впливають на капіталізацію компанії [5, с. 53].

Таким чином, можемо зробити висновок, що інвестиції в безперервну освіту бухгалтера сьогодні вийшли за межі вузькопрофесійного інтересу. Вони є фундаментальним інструментом забезпечення економічної безпеки підприємств та держави в цілому [4, с. 258]. Адаптація суспільства до швидких технологічних змін неможлива без фахівців, здатних генерувати релевантну фінансову інформацію в умовах невизначеності, керувати складними хмарними рішеннями та імплементувати міжнародні стандарти регулювання. Тому стратегія розвитку обліково-аудиторської професії має базуватися на принципах постійного оновлення знань, міждисциплінарності та глибокої інтеграції інноваційних технологій в освітній процес.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30 верес. 2019 р. № 722/2019. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825> (дата звернення: 20.04.2026).
2. Бондар М. І., Камінська Т. Г. Бухгалтерський облік в умовах цифрової трансформації економіки : монографія. Київ : Центр учбової літератури, 2023. 248 с.
3. Голова С. Ф., Костюченко В. М. Бухгалтерський облік та фінансова звітність за міжнародними стандартами : практичний посібник. 3-тє вид., перероб. і допов. Київ : Лібра, 2024. 624 с.
4. Кіндрацька Г. І., Кулик В. А. Стратегічний управлінський облік : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. 312 с.
5. Кузнецова А. Я. Інвестиції в людський капітал як чинник інноваційного розвитку суспільства. *Економіка та управління АПК*. 2023. № 2. С. 45–58.



6. Цифрова трансформація аудиту : навч. посіб. / за ред. О. А. Петрик. Київ : КНЕУ, 2024. 215 с.

7. OECD (2023), Tax Challenges Arising from the Digitalisation of the Economy – Global Anti-Base Erosion Model Rules (Pillar Two). OECD Publishing, Paris. URL: <https://www.oecd.org/tax/beps/> (дата звернення: 20.04.2026).

8. IFRS S1 General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information. IFRS Foundation, 2023. URL: <https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s1-general-requirements/> (дата звернення: 20.04.2026).

9. The Future of Jobs Report 2025. World Economic Forum. Geneva, 2025. URL: <https://www.weforum.org/reports/> (дата звернення: 20.04.2026).

УДК 336.5:364(477)

Максим ЖИТАР

*доктор економічних наук, професор
ДУ «Київський авіаційний університет»
м. Київ, Україна*

ФІСКАЛЬНА СТІЙКІСТЬ СОЦІАЛЬНИХ ТРАНСФЕРТІВ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОЇ ЕКОНОМІКИ

В умовах воєнної економіки система соціальних трансфертів в Україні трансформується з класичного інструменту перерозподілу доходів у ключовий механізм макрофінансової стабілізації. Зростання соціальних ризиків, пов'язаних із внутрішнім переміщенням населення, зниженням доходів домогосподарств та структурними дисбалансами ринку праці, обумовлює різке збільшення бюджетних видатків на соціальний захист. У 2026 році обсяг відповідних видатків становить 468,5 млрд грн, що на 47,6 млрд грн більше, ніж у 2025 році, що свідчить про посилення ролі держави у підтримці соціальної стабільності, проте одночасно формує суттєві фінансові ризики [1].

Структурний аналіз соціальних трансфертів показує, що значна частина фінансових ресурсів спрямовується на підтримку внутрішньо переміщених осіб. У 2026 році обсяг відповідних виплат становить близько 39,6 млрд грн, що є одним із найбільших сегментів соціальних витрат. Додатково фінансуються програми житлової підтримки, субсидії та компенсації за зруйноване житло. Така структура трансфертів відображає адаптацію державної політики до воєнних викликів, однак водночас ускладнює систему управління та підвищує ризик неефективного використання ресурсів [1-2].



Важливим елементом фінансового забезпечення соціальних трансфертів є міжбюджетні відносини. У лютому 2026 року обсяг трансфертів, спрямованих до місцевих бюджетів, становив 18,4 млрд грн, що свідчить про високий рівень залежності територіальних громад від державного фінансування. Така модель забезпечує вирівнювання соціально-економічних диспропорцій, проте обмежує фінансову автономію місцевого самоврядування та знижує ефективність управління соціальними програмами на локальному рівні.

Аналіз ефективності соціальних трансфертів в Україні свідчить про наявність системних проблем, пов'язаних із недостатньою адресністю виплат. За оцінками, до 15–20% соціальних витрат можуть не досягати цільових отримувачів або розподілятися неефективно. Основними причинами цього є фрагментарність нормативного регулювання, дублювання програм та відсутність єдиного інформаційного середовища. Крім того, низький рівень цифровізації процесів адміністрування призводить до збільшення транзакційних витрат та підвищення корупційних ризиків [1].

З макроекономічної точки зору соціальні трансферти виконують важливу стабілізаційну функцію, підтримуючи внутрішній попит та знижуючи рівень бідності. Водночас їх надмірне зростання в умовах обмежених бюджетних ресурсів спричиняє посилення дефіциту державного бюджету та зростання боргового навантаження. У 2024–2026 роках значна частина соціальних видатків фінансується за рахунок міжнародної допомоги, що підвищує залежність державних фінансів від зовнішніх джерел і створює додаткові макрофінансові ризики [2].

У контексті забезпечення фінансової стійкості доцільним є перехід від переважно компенсаційної моделі соціальних трансфертів до інвестиційно-орієнтованої, що передбачає зростання частки трансфертів, спрямованих на розвиток людського капіталу, зайнятості та підвищення економічної активності населення. Зокрема, впровадження умовних трансфертів, пов'язаних із працевлаштуванням або навчанням, може сприяти зниженню залежності населення від соціальної допомоги та стимулювати економічне зростання [3].

Окрему увагу слід приділити цифровізації системи соціальних трансфертів. Створення єдиного реєстру отримувачів соціальної допомоги, інтеграція державних інформаційних систем та автоматизація процесів нарахування виплат дозволяють підвищити адресність і прозорість розподілу бюджетних ресурсів. За оцінками, впровадження цифрових рішень може скоротити адміністративні витрати на 10–15% та суттєво знизити рівень нецільового використання коштів [4].

Важливим напрямом удосконалення системи є також запровадження механізмів оцінювання ефективності соціальних трансфертів на основі ключових показників результативності (KPI). До таких показників доцільно віднести рівень охоплення населення соціальною допомогою, ступінь зниження



бідності, ефективність використання бюджетних ресурсів та вплив на економічну активність, що дозволить підвищити прозорість соціальної політики та забезпечити її орієнтацію на результат.

Таким чином, забезпечення фінансової стійкості соціальних трансфертів в Україні потребує комплексного підходу, що включає оптимізацію структури видатків, підвищення адресності виплат, цифровізацію процесів та посилення ролі місцевого рівня управління. Досягнення балансу між соціальною підтримкою та бюджетною стійкістю є ключовою передумовою сталого соціально-економічного розвитку України в умовах військового стану.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міністерство фінансів України. Соціальний захист і підтримка громадян: ключові показники бюджету 2026 року. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/sotsialnyi-zakhyst-i-pidtrymka-hromadian-kliuchovi-pokaznyky-biudzhetu-2026> (дата звернення: 27.03.2026).
2. OECD. Social Expenditure Database (SOCX). URL: <https://www.oecd.org/social/expenditure.htm> (дата звернення: 27.03.2026).
3. Maksym Zhytar. Financial Decentralization and Economic Stability of Kyiv: Challenges and Development Prospects. Modernisation of the Economy and Financial System: Problems, Opportunities, Prospects: Collective monograph. Part 1. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2025. 436 p. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-540-2-9>
4. World Bank. *The State of Social Safety Nets 2023*. Washington, DC: World Bank, 2023. 216 p.

УДК 005.332.4:658.51

Вікторія ІЛЬЧЕНКО

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри підприємництва, торгівлі та економіки підприємства
Університет митної справи та фінансів*

Вікторія ЛЮБЧЕНКО

*здобувач I (бакалаврського) рівня вищої освіти
кафедри фундаментальних і приватно-правових дисциплін
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла
Коцюбинського*



LEAN-МЕНЕДЖМЕНТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

***Анотація.** У роботі розглянуто lean-менеджмент як інструмент підвищення конкурентоспроможності підприємства в умовах нестабільного бізнес-середовища. Визначено сутність концепції, її ключові принципи та інструменти, а також обґрунтовано вплив ощадливого управління на скорочення витрат, підвищення продуктивності праці й зростання клієнтоорієнтованості. Наведено приклади впровадження lean-підходів на українських підприємствах.*

Ключові слова: lean-менеджмент; конкурентоспроможність; ощадливе управління; Kaizen; оптимізація процесів.

LEAN MANAGEMENT AS A TOOL FOR INCREASING COMPETITIVENESS

***Abstract.** The paper examines lean management as a tool for increasing the competitiveness of an enterprise in an unstable business environment. The study defines the essence of the concept, its key principles, and tools, as well as substantiates the impact of lean management on cost reduction, labor productivity growth, and increased customer focus. Examples of lean approach implementation at Ukrainian enterprises are provided.*

Keywords: lean management; competitiveness; lean production; Kaizen; process optimization.

В умовах економічної нестабільності, глобальних криз та посилення конкуренції підприємства потребують інструментів швидкої адаптації та підвищення ефективності діяльності. Традиційні управлінські підходи, орієнтовані на масове виробництво та накопичення ресурсів, не забезпечують належної гнучкості в сучасному бізнес-середовищі. За таких умов особливої актуальності набуває lean-менеджмент — концепція ощадливого управління, що передбачає системне усунення втрат, оптимізацію бізнес-процесів та створення максимальної цінності для споживача [1].

Lean-менеджмент — це стратегія, народжена в стінах Toyota у 1950-х, яка згодом стала світовим стандартом ефективності. Її фундамент — виявлення та остаточне усунення будь-яких втрат: від логістичних збоїв до ігнорування таланту працівників.

Головна перевага методики полягає в трансформації корпоративної культури. Замість механічного виконання завдань, команда фокусується на створенні цінності для клієнта. Оскільки перші результати помітні вже



протягом перших місяців, це дає потужний імпульс для подальшого розвитку, забезпечуючи компанії стабільність та інноваційність на ринку.

У сучасному трактуванні Lean — це не лише інструментарій оптимізації виробничих процесів, а комплексна управлінська концепція, що застосовується провідними світовими компаніями. Її основою є визначення цінності з позиції споживача. Діяльність, яка не створює цінності для клієнта, розглядається як втрати (*muda*) та підлягає усуненню з метою підвищення ефективності функціонування підприємства [2].

Lean-менеджмент орієнтований на системне усунення ключових видів втрат: надлишкових запасів, що блокують оборотний капітал; часових втрат, пов'язаних із затримками процесів; а також нереалізованого потенціалу персоналу [2].

Важливим елементом концепції є залучення працівників до процесів безперервного вдосконалення (*Kaizen*). Застосування інструментів 5S, Kanban, Value Stream Mapping та Just-in-Time сприяє підвищенню прозорості бізнес-процесів, оптимізації ресурсів та зростанню гнучкості підприємства [3].

Досвід українських підприємств підтверджує ефективність lean-менеджменту в умовах кризових викликів. Зокрема, компанія Arpal скоротила цикл виконання замовлень та підвищила продуктивність праці без збільшення штату. Взуттєва фабрика Progress Group зменшила потребу в оборотному капіталі та рівень браку, перейшовши до дрібносерійного виробництва. Компанія Harley & Cho оптимізувала управлінські процеси, скоротивши час обробки замовлень удвічі [4].

Таким чином, в умовах економічної нестабільності та посилення конкурентної боротьби lean-менеджмент стає стратегічним драйвером забезпечення конкурентоспроможності підприємств. Його впровадження передбачає трансформацію організаційної культури, перехід до гнучких «витягуючих» процесів управління, системне усунення втрат та раціоналізацію використання ресурсів.

Практичний досвід українських підприємств підтверджує, що застосування lean-підходів сприяє підвищенню продуктивності праці, скороченню витрат, оптимізації оборотного капіталу та зростанню рівня клієнтоорієнтованості. Отже, lean-менеджмент формує основу довгострокової стійкості підприємства та його адаптивності до кризових викликів сучасного бізнес-середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вумек Дж. П., Джонс Д. Т. Ощадливе виробництво. Як позбутися зайвого і створювати цінність для клієнта. Київ : Наш Формат, 2019. 328 с.



2. Лайкер Дж. Філософія Toyota. 14 принципів роботи компанії з усевітньо відомим іменем. Київ : Наш Формат, 2017. 424 с.

3. Імаї М. Кайдзен. Ключ до успіху японських компаній. Київ : Наш Формат, 2021. 312 с.

4. Шлях Toyota. Як японська система постійного вдосконалення Lean допомагає українським виробництвам ставати ефективними – кейси Agra1, Progress Group, Harley & Cho. Forbes Ukraine. 2023. 8 верес. URL: (дата звернення: 25.02.2026).

УДК 330.34:338.2:004.02

Любомир КАЗЬМІР

кандидат економічних наук, науковий співробітник

ДУ «Інститут регіональних досліджень

ім. М. І. Долишнього НАН України», м. Львів

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ ЯК ГЛОБАЛЬНИЙ ТРЕНД: ВИКЛИКИ ДЛЯ НАУКИ, БІЗНЕСУ ТА ДЕРЖАВИ

Посилення уваги до проблем і перспектив розвитку економіки в умовах цифровізації та кризи світового порядку стало одним із домінуючих трендів у сучасних економічних дослідженнях політики [1]. Цифровізація економіки дедалі більше визначає конкурентоспроможність не лише окремих фірм, а національних економік загалом. Її вплив сьогодні все активніше поширюється на виробництво, торгівлю, логістику, фінанси, ринок праці, державне управління, та соціальну сферу [2; 3].

Сучасний етап цифровізації характеризується переходом від впровадження окремих цифрових сервісів до формування нової архітектури економіки, в якій важливу роль відіграють великі дані, хмарні обчислення, штучний інтелект, інтернет речей, автоматизація бізнес-процесів і мережеві структури. Водночас цифровізація несе не лише нові можливості, а й нові ризики: посилення цифрової нерівності, монополізацію цифрових ринків, загрози інформаційній та кібербезпеці, підвищення важливості дефіциту цифрових навичок, витіснення частини традиційних форм зайнятості, а також екологічні наслідки зростання цифрової інфраструктури [2; 3].

Наукові дослідження останніх років дедалі частіше акцентують увагу на енергетичному, ресурсному та екологічному вимірах цифровізації економіки, що свідчить про перехід теоретичних дискусій від технологічного оптимізму до більш цілісного бачення проблем і перспектив цифрового розвитку [4].



Прогрес цифрових технологій вимагає глибокого переосмислення і відповідного теоретико-методологічного оновлення існуючих моделей економічного розвитку, управління бізнес-процесами та модернізації самої економічної політики [5].

Для України проблема цифровізації економіки набуває особливого значення. З одного боку, цифровізація стала одним із найбільш динамічних напрямів модернізації держави та бізнесу, сприяючи розвитку електронного врядування, цифрових публічних послуг, електронної комерції та нових моделей підприємництва, а з іншого боку, російська воєнна агресія істотно вплинула на загальну логіку цифрової трансформації України: сьогодні цифровізація виконує окрім функції підвищення ефективності ще й функції забезпечення національної стійкості, дієздатності системи управління, підтримки мобільності населення, відновлення бізнес-активності тощо. Тобто цифровізація перестала бути лише інструментом підвищення продуктивності, а стала одним із механізмів забезпечення економічної стійкості, адаптивності інституцій та прискорення відбудови [6].

Узагальнення існуючих теоретичних положень і методичних підходів до аналізу державної економічної політики дозволяє виокремити домінуючу роль принципу «виклики – відповіді» у формуванні нових концептуальних моделей як самої політики, так і методів модернізації відповідних систем управління на всіх рівнях. У наукових публікаціях, присвячених дослідженню різних аспектів цифровізації, найчастіше виділяються такі спричинені нею виклики: технологічні, соціально-економічні, безпекові, екологічні, геополітичні та інституційні [1]. Ці виклики по-різному проявляються у різних сферах залежно від функціональної ролі відповідних суб'єктів.

Для науки цифровізація економіки – це новий напрям досліджень, що відкриває нові можливості і водночас вимагає зміни методів дослідження та генерування й систематизації нових знань (зокрема: ширшого залучення методів машинного навчання, роботи з великими масивами інформації (*big data*), розвитку цифрових компетенцій дослідників тощо).

Для бізнесу цифровізація економіки є водночас джерелом нових конкурентних переваг і чинником різкого підвищення адаптаційного тиску, що потребує значних інвестицій (у кібербезпеку, програмне забезпечення, підготовку персоналу тощо). Загалом, від бізнесу цифровізація економіки вимагає зміни моделей створення вартості, конкурентних стратегій та організації виробничо-ринкових процесів.

Від держави цифровізація вимагає переосмислення системи управління економікою у загальному контексті формування цілісної моделі цифрової держави та відповідної політики цифрової трансформації господарської системи, яка б могла забезпечити мінімізацію існуючого цифрового відставання



за конкретними напрямками. Тобто першочерговим завданням є перехід від фрагментарної цифровізації окремих сфер до цілісної державної політики цифрової трансформації економіки. Крім того, важливого значення набуває розвиток цифрової інфраструктури, яка у перспективі має розглядатися як просторова та економічна основа цифрової інтеграції країни.

На практиці це означає, що питання цифровізації повинні бути впроваджені у промислову, інноваційну, структурну, регіональну, освітню, інвестиційну та безпекову політики держави, що вимагає системної співпраці науки, бізнесу, органів влади та суспільства на основі принципу співвідповідальності.

За цих умов суттєво зростає роль інноваційних чинників економічного розвитку, що охоплюють поряд із накопиченим науково-технічним потенціалом ще й ресурси, необхідні для впровадження досягнень науки і техніки у господарську діяльність. Тому для адаптації державної економічної політики до викликів цифровізації особливо важливим стає всебічне сприяння широкомасштабній інтелектуалізації процесів управління економікою загалом та формування своєрідної “науково-інформаційної оболонки” управлінської системи.

Отже, цифровізація економіки не може розглядатися як суто технологічний процес. Її наслідки проявляються одночасно в економічній, інституційній, безпековій та соціальній сферах. А це свідчить про необхідність формування цілісної політики цифрової трансформації економіки України, здатної забезпечити у перспективі досягнення стратегічних орієнтирів виробничо-технологічного розвитку. Оцінюючи перспективи практичного застосування методологічних наративів цифровізації економіки України, важливо орієнтуватись на їх економічну, політичну та адміністративну життєздатність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борщевський В. В., Казьмір Л. П. Перспективи адаптації державної промислової політики України до сучасних викликів цифровізації. *Регіональна економіка*. 2025. № 4. С. 75-84.
2. UNCTAD. Digital Economy Report 2024: shaping an environmentally sustainable and inclusive digital future. New York, NY, U.S: UN Publications, 2024. 274 p. DOI: <https://doi.org/10.18356/9789213589779c003>
3. OECD Digital Economy Outlook 2024 (Vol. 1). Embracing the technology frontier. Paris: OECD Publishing, 2024. 162 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en>



4. Savastano M., Spremić M., Stojcic N., Gobbi L. Digital economy: towards a conceptual research framework based on bibliometric and in-depth analyses. *Management & Marketing*. 2024. 19 (2). Pp. 275-306.
5. Корцеллі-Олейнічак Є. К., Казьмір Л. П. Цифровізація промислових систем: концептуальна сутність та ключові чинники. *Регіональна економіка*. 2021. № 4. С. 57-66.
6. OECD. Enhancing Resilience by Boosting Digital Business Transformation in Ukraine. Paris: OECD Publishing, 2024. 112 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/4b13b0bb-en>

УДК 330.3:336.7

Ірина КАНЦІР

*к.е.н., доц., доцентка кафедри теоретичної та прикладної економіки
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

АРХІТЕКТУРА АДАПТИВНОЇ СТІЙКОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ BANI-СЕРЕДОВИЩА

Сучасне середовище функціонування національної економіки характеризується високим рівнем турбулентності, нелінійності та непередбачуваності економічних процесів, що обумовлює зниження ефективності традиційних моделей державного регулювання, стратегічного планування та прогнозування соціально-економічного розвитку. У зазначеному контексті концепція адаптивної стійкості набуває статусу домінуючої характеристик функціонування національної економіки, що визначає її здатність до підтримання динамічної рівноваги, а й до структурної трансформації та відновлення під впливом екзогенних ризиків.

Поглиблення нестабільності глобального економічного простору, зумовлене, зокрема, пандемічними шоками та геополітичними трансформаціями, засвідчує формування якісно нового рівня системної хаотичності, що виходить за межі пояснювального потенціалу концепції VUCA. За таких умов набуває актуальності концепція BANI (Brittle, Anxious, Nonlinear, Incomprehensible), яка більш адекватно репрезентує сучасний стан функціонування економічних систем, акцентуючи увагу на їх структурній крихкості, зростанні поведінкової невизначеності економічних агентів, нелінійному характері економічної динаміки та обмеженості можливостей її раціональної інтерпретації.

Порівняльний аналіз зазначених концептуальних підходів дозволяє ідентифікувати принциповий зсув у природі викликів зовнішнього середовища. Якщо парадигма VUCA орієнтована на інтерпретацію волатильності ринкових



процесів і складності глобальних економічних взаємозв'язків, то концепція BANI формує якісно нову аналітичну рамку, в межах якої домінують ефекти системної вразливості, поведінкової нестабільності та дискретності причинно-наслідкових зв'язків [1]. Трансформація парадигми зумовлює суттєві зміни у підходах до оцінювання економічних очікувань і рівня невизначеності, оскільки традиційні статистичні методи та інструменти прогнозування втрачають достатній рівень пояснювальної та прогностичної спроможності.

Функціонування економічних систем в умовах BANI-середовища обумовлює необхідність методологічного переосмислення підходів до вимірювання ділових настроїв та очікувань економічних агентів. Відображення зазначених процесів простежується у трансформації інструментарію оцінювання, зокрема в адаптації таких індикаторів, як індекс менеджерів із закупівель та споживчі опитування, орієнтованих на фіксацію циклічних коливань в умовах високої невизначеності та нелінійного характеру економічної динаміки [2].

У сучасній економіці підходи, що ґрунтуються на екстраполяції минулого досвіду та лінійному прогнозуванні, блокують здатність організацій адекватно реагувати на непередбачувані зміни. Стратегічний фокус розвитку зміщується від пошуку статичних конкурентних переваг до формування здатності системи швидко перебудовувати свої ресурси, процеси та компетенції у відповідь на зовнішні імпульси. Саме у цьому контексті адаптивні стратегії набувають статусу стратегічного ядра сталого розвитку бізнес-систем. Адаптивність уже не означає просто виживання в умовах кризи – вона трансформується на стратегічну здатність капіталізувати невизначеність: виявляти, інтерпретувати та використовувати ринкову нестабільність як джерело нових можливостей, інновацій та конкурентних проривів. Особливої гостроти набуває проблема кількісної верифікації адаптивності. Таким чином, об'єктивна необхідність подолання суперечності між високою теоретичною значущістю адаптивних стратегій та низьким рівнем їх методичного забезпечення для прикладного застосування обумовлює актуальність цього дослідження. Потреба у формуванні інтегрованої методології, що поєднує стратегічну життєстійкість із операційною гнучкістю, визначає ключовий вектор наукового пошуку [3, с. 165].

Сучасне операційне середовище функціонування організацій характеризується зростаючим рівнем турбулентності та непередбачуваності, що зумовлює обмежену ефективність багатьох традиційних моделей стратегічного управління. Упродовж тривалого часу концепція VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity — мінливість, невизначеність, складність і неоднозначність) слугувала основною аналітичною рамкою для розуміння та



управління динамічними середовищами. Походячи з військової стратегії, вона адекватно відображала світ швидких змін та інформаційних викликів.

В умовах воєнного стану та високої невизначеності, притаманної BANI-середовищу, традиційні лінійні моделі стратегічного планування виявляються недостатньо гнучкими, оскільки не враховують високої швидкості змін зовнішнього середовища та взаємозв'язку між різними рівнями адаптації економічних систем. Забезпечення ефективного стратегічного реагування потребує застосування підходу, що поєднує моніторинг слабких сигналів, оцінювання ризиків, формування гнучких стратегічних опцій та безперервне навчання. Зазначений підхід створює передумови для формалізації процесів розроблення та реалізації адаптивних стратегій у вигляді циклічного управлінського механізму.

Інтегральний показник адаптивності, запропонований Козенковим Д.Є., Каут О.В., Шпортьком Г.Ю., має адитивну природу та дозволяє здійснювати оцінювання внутрішніх характеристик адаптивності підприємства [3, с. 167-169]. Водночас сучасні умови функціонування економічних систем, що характеризуються ознаками BANI-середовища (крихкість, тривожність, нелінійність, незрозумілість), обумовлюють доцільність розширення зазначеного підходу шляхом урахування впливу зовнішнього середовища.

$$I_{PRA} = (w_1C + w_2M + w_3R + w_4T) \cdot k_{BANI}$$

де k_{BANI} – коефіцієнт впливу нестабільного зовнішнього середовища, що відображає рівень турбулентності економічних умов функціонування.

Запропонована модифікація забезпечує перехід від оцінювання виключно внутрішніх параметрів адаптивності до комплексної моделі, що враховує як внутрішні, так і зовнішні детермінанти адаптивної стійкості економічної системи. Трактують сучасного середовища лише через призму концепцій VUCA або BANI є методологічно обмеженим, оскільки зазначені підходи виконують переважно дескриптивну функцію та не формують інструментальної бази управління адаптивністю економічних систем.

З огляду на це, обґрунтовується доцільність переходу від описових до інструментально орієнтованих підходів, що забезпечують можливість кількісного оцінювання рівня адаптивної стійкості та інтеграції впливу зовнішнього середовища у процес прийняття управлінських рішень. Адаптивна стійкість національної економіки розглядається як динамічна характеристика, що формується внаслідок взаємодії внутрішніх інституційно-фінансових параметрів і зовнішніх збурень, притаманних BANI-середовищу. Визначального значення набуває не лише рівень розвитку окремих компонентів (цифрової зрілості, організаційної мобільності, проактивності та трансформаційної спроможності), а й ступінь їх узгодженості та чутливості до змін зовнішнього середовища.



Інтеграція параметра k_{BANI} в модель оцінювання адаптивної стійкості національної економіки забезпечує перехід від ізольованого аналізу внутрішніх характеристик до комплексного відображення нелінійної динаміки економічних процесів. Запропонований підхід формує концептуально нову основу кількісного аналізу адаптивності економічних систем та розширює інструментарій стратегічного управління в умовах системної нестабільності. Прикладна значущість підходу полягає у можливості його використання для оцінювання адаптивної стійкості національної економіки України в умовах воєнного стану, що характеризується обмеженістю інформації, високою швидкістю змін та необхідністю прийняття оперативних управлінських рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Olkowicz J. U., Jarosik-Michalak A., Kozłowski A. The role of a leader in shaping employee behaviour in the VUCA/BANI world. *Journal of Modern Science*. 2024. Vol. 56, No. 2. P. 503–534. DOI: <https://doi.org/10.13166/jms/188913>
2. Dumrongpakapakorn P., Punaglom N., Prommasaka Na Sakonnakorn N. Navigating the BANI era in nursing education programs: Aligning competencies with AUN-QA criteria for future-ready nursing professionals. *Pacific Rim International Journal of Nursing Research*. 2025. Vol. 29, No. 3. P. 431–442. DOI: <https://doi.org/10.60099/prijnr.2025.271235>.
3. Козенков Д.Є., Каут О.В., Шпортько Г.Ю. Адаптивні стратегії управління в сучасних бізнес-системах. *Економічний простір*. 2026. № 211. С. 164–171. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.211.164-171>.

УДК 339.9:338.2

Лідія КЛИМЕНКО

к.е.н., доцент кафедри менеджменту,
Уманський національний університет,
м. Умань, Україна

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ УПРАВЛІННЯ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

Сучасні умови функціонування підприємств характеризуються високим рівнем невизначеності, посиленням глобальної конкуренції та зростанням ролі зовнішньоекономічної діяльності. Для українських підприємств ці процеси



ускладнюються впливом воєнних дій, порушенням логістичних ланцюгів та нестабільністю зовнішніх ринків. У таких умовах особливого значення набуває формування ефективних організаційно-економічних механізмів управління зовнішньоекономічною діяльністю, які мають забезпечувати не лише вихід на міжнародні ринки, а й довгострокову конкурентоспроможність та відповідність принципам сталого розвитку.

Згідно наукових поглядів вітчизняних та зарубіжних вчених зовнішньоекономічна діяльність підприємства є складною системою, що охоплює експортно-імпорتنі операції, інвестиційну взаємодію, міжнародну кооперацію та інші форми економічних зв'язків. Ефективність цієї діяльності значною мірою залежить від рівня організації управління, що передбачає узгодження економічних інтересів підприємства із вимогами зовнішнього середовища.

У науковій літературі питання формування організаційно-економічного механізму управління зовнішньоекономічною діяльністю підприємств розглядається представниками різних наукових шкіл, підходи яких суттєво відрізняються як за змістом, так і за методологією дослідження. Це зумовлює необхідність їх критичного осмислення.

Класична економічна школа розглядала зовнішньоекономічну діяльність переважно через призму міжнародної торгівлі та ринкової рівноваги. У межах цього підходу організаційно-економічний механізм фактично зводився до дії ринкових сил – попиту, пропозиції та цін. Однак такий підхід є обмеженим, оскільки ігнорує внутрішні управлінські процеси підприємства та не враховує складність сучасного глобального середовища.

Неокласична школа розширила бачення за рахунок аналізу ефективності використання ресурсів і поведінки економічних агентів. Представники цього напрямку акцентують увагу на раціональному виборі підприємств та оптимізації витрат у зовнішньоекономічній діяльності. Водночас критики зазначають, що надмірна орієнтація на математичні моделі та припущення про повну раціональність суб'єктів знижує практичну цінність таких підходів у реальних умовах нестабільності.

Інституціональна школа запропонувала якісно новий підхід, зосередивши увагу на ролі формальних і неформальних інститутів у регулюванні зовнішньоекономічної діяльності. У цьому контексті організаційно-економічний механізм розглядається як система взаємодії підприємства з державою, правовим середовищем та міжнародними нормами. Проте, незважаючи на глибину аналізу, інституціональний підхід часто недооцінює внутрішні резерви підприємства та управлінські інструменти, що формуються на мікрорівні.



Представники управлінської (менеджментської) школи акцентують увагу саме на внутрішніх механізмах функціонування підприємства. У їхніх дослідженнях організаційно-економічний механізм управління зовнішньоекономічною діяльністю трактується як сукупність функцій планування, організації, мотивації та контролю. Перевагою цього підходу є його прикладна спрямованість, однак він часто недостатньо враховує вплив зовнішніх факторів, зокрема глобальних економічних змін.

Сучасна школа сталого розвитку пропонує інтегрований підхід, який поєднує економічні, соціальні та екологічні аспекти діяльності підприємства. У межах цього підходу організаційно-економічний механізм розглядається як інструмент досягнення збалансованого розвитку та довгострокової конкурентоспроможності. Водночас існує дискусія щодо складності практичного впровадження таких підходів, особливо для підприємств, що функціонують в умовах обмежених ресурсів та високих ризиків.

Таким чином, полеміка між науковими школами свідчить про відсутність єдиного універсального підходу до трактування організаційно-економічного механізму управління зовнішньоекономічною діяльністю. Кожна з них висвітлює окремі аспекти проблеми, що зумовлює доцільність їх комплексного поєднання. Саме синтез ринкових, інституційних, управлінських та сталих підходів дозволяє сформувати ефективний механізм, адаптований до сучасних умов господарювання.

В цілому організаційно-економічний механізм управління зовнішньоекономічною діяльністю доцільно розглядати як сукупність методів, інструментів і важелів впливу, які забезпечують досягнення стратегічних цілей підприємства на міжнародних ринках.

В умовах сталого розвитку такий механізм має враховувати не лише економічні результати, а й соціальні та екологічні аспекти діяльності.

До ключових складових організаційно-економічного механізму управління зовнішньоекономічною діяльністю належать взаємопов'язані елементи, кожен з яких виконує окрему функцію, але водночас формує цілісну систему управління.

Стратегічне планування зовнішньоекономічної діяльності передбачає визначення довгострокових цілей підприємства на міжнародних ринках та шляхів їх досягнення. Воно включає аналіз зовнішнього середовища (кон'юнктури ринків, конкурентів, торговельних бар'єрів), оцінку внутрішніх можливостей підприємства, вибір цільових ринків і форм виходу на них (експорт, спільні підприємства, прямі інвестиції). Важливим аспектом є також формування конкурентних переваг, зокрема за рахунок якості продукції, ціни, інноваційності або сервісу. Ефективне стратегічне планування дозволяє знизити невизначеність і мінімізувати ризики зовнішньоекономічної діяльності.



Організаційна структура управління визначає розподіл функцій, повноважень і відповідальності між підрозділами та працівниками, які залучені до зовнішньоекономічної діяльності. Залежно від масштабів діяльності підприємства це може бути окремий відділ зовнішньоекономічної діяльності або інтеграція відповідних функцій у різні підрозділи (маркетинг, логістика, фінанси). Важливим є забезпечення чіткої координації між структурними елементами, що дозволяє оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища. Гнучка організаційна структура сприяє підвищенню ефективності прийняття управлінських рішень.

Економічні інструменти регулювання охоплюють систему фінансових і економічних важелів, що використовуються для управління зовнішньоекономічною діяльністю. До них належать ціноутворення на експортну продукцію, валютне планування, управління витратами, податкове планування, кредитування та страхування зовнішньоекономічних операцій. Значну роль відіграє також управління валютними ризиками та формування ефективної системи розрахунків із контрагентами. Використання цих інструментів дозволяє забезпечити прибутковість і фінансову стійкість підприємства.

Інформаційне забезпечення є основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Воно включає збір, обробку та аналіз інформації про стан міжнародних ринків, діяльність конкурентів, зміни у законодавстві, митних правилах та валютному регулюванні. Важливим є використання сучасних інформаційних систем і цифрових технологій, які дозволяють оперативно отримувати актуальні дані. Якісне інформаційне забезпечення сприяє зниженню невизначеності та підвищує адаптивність підприємства до змін зовнішнього середовища.

Система контролю та оцінки ефективності забезпечує зворотний зв'язок у процесі управління зовнішньоекономічною діяльністю. Вона передбачає встановлення критеріїв оцінки (обсяги експорту, прибутковість, рентабельність, частка ринку), регулярний моніторинг результатів та їх порівняння з плановими показниками. На основі отриманих даних здійснюється коригування стратегії та управлінських рішень. Важливо, щоб система контролю була не лише інструментом виявлення відхилень, а й засобом підвищення ефективності діяльності через своєчасне реагування на проблеми.

Таким чином, кожна зі складових виконує окрему функцію, однак лише їх узгоджене функціонування забезпечує ефективність організаційно-економічного механізму управління зовнішньоекономічною діяльністю підприємства.

Важливою умовою підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності є інтеграція принципів сталого розвитку. Це передбачає: раціональне



використання ресурсів; дотримання екологічних стандартів; соціальну відповідальність бізнесу; впровадження інноваційних технологій.

Забезпечення конкурентоспроможності підприємства у міжнародному середовищі залежить від здатності адаптуватися до змін та використовувати сучасні управлінські підходи. Серед таких підходів варто виділити цифровізацію бізнес-процесів, розвиток партнерських відносин та диверсифікацію ринків збуту. Особливу роль відіграє державне регулювання, яке формує умови для розвитку зовнішньоекономічної діяльності через митну, податкову та інвестиційну політику. Водночас підприємства повинні активно використовувати власні внутрішні резерви для підвищення ефективності управління.

Отже, формування ефективних організаційно-економічних механізмів управління зовнішньоекономічною діяльністю є ключовою умовою забезпечення сталого розвитку підприємств та їх конкурентоспроможності на міжнародних ринках. Комплексний підхід до управління, що поєднує економічні, організаційні та інноваційні інструменти, дозволяє мінімізувати ризики та підвищити результативність діяльності. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку практичних рекомендацій щодо адаптації підприємств до сучасних глобальних викликів.

УДК: 658.3:159.9

Ольга КОКОРЄВА

*к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму,
Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький*

Анна ОСАДЧА

*здобувачка спеціальності 073 «Менеджмент», ОП «Бізнес-
адміністрування»
Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький*

САМОСВІДОМІСТЬ ЛІДЕРА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ АКТИВ КАПІТАЛІЗАЦІЇ ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОРГАНІЗАЦІЇ

В умовах глобальних трансформацій та високої невизначеності життєздатність організації визначається якістю управління її інтелектуально-емоційним капіталом. Домінування кількісних метрик над якісними аспектами лідерства створює ілюзію стабільності, маскуючи реальний дефіцит управлінської стійкості. За таких обставин низький рівень самосвідомості лідера еволюціонує в інституційний ризик, який через механізм когнітивних



упереджень блокує адаптивність персоналу та генерує критичну дестабілізацію всієї організаційної структури.

Теоретичний опис проблематики представлений у працях Д. Гоулмана, Е. Едмондсон, Т. Кларка та Р. Бояціса. Ці дослідження фокусуються на обґрунтуванні прямої залежності між рівнем психологічної безпеки в колективі та показниками результативності персоналу. Синтез зазначених підходів дозволяє розглядати емоційний інтелект лідера як стратегічний фундамент, що через механізм самосвідомості забезпечує операційну стійкість бізнес-процесів. В умовах змін особливого значення набуває аналіз того, як саме індивідуальна трансформація керівника перетворює стан психологічної безпеки на вимірювану фінансову перевагу та стійку капіталізацію людського капіталу.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування механізму трансформації самосвідомості лідера з індивідуальної психологічної характеристики у стратегічний актив управління, що забезпечує вимірювану капіталізацію людського потенціалу організації в умовах високої невизначеності.

Сучасне бізнес-середовище характеризується дисбалансом управлінської ефективності, зумовленим критичним розривом компетентностей між амбітними цілями компаній та реальним лідерським ресурсом. Попри масштабне інвестування в корпоративне навчання, більшість програм фокусуються на інструментарії, ігноруючи навички лідера. Це створює ситуацію, де інвестиції не повертаються, оскільки внутрішні бар'єри керівника блокують впровадження нових знань у команді, що в умовах воєнних викликів призводить до прямого знецінення людського капіталу. Такий дефіцит підготовлених кадрів стає головною перешкодою для впровадження інновацій, вимагаючи перегляду підходів до розвитку топ-менеджменту.

Відсутність системного розвитку лідерства як корпоративної здатності призводить до того, що компанії втрачають до 21% потенційної продуктивності через низьку якість управлінської комунікації. Оскільки менеджери середньої ланки визначають 70% варіації у залученості персоналу, їхня низька саморефлексія стає причиною звільнення та зростання витрат на рекрутинг. Таким чином, якість управлінської комунікації перетворюється з етичної категорії на економічну, безпосередньо впливаючи на загальну маржинальність підрозділів [1].

Ключовим індивідуальним бар'єром на шляху до ефективного менеджменту є когнітивні упередження лідера, які зумовлюють обмеженість управлінського сприйняття. За умови низької саморефлексії керівник стає заручником власних стереотипів та досвіду, що заважає об'єктивній оцінці нових викликів та прийняттю адаптивних рішень. Такі неусвідомлені внутрішні установки деформують управлінську взаємодію, заміщуючи стратегічне



реагування звичними поведінковими паттернами, що фактично консервує застарілі підходи в системі управління [1;2].

Розвиток самосвідомості дозволяє трансформувати особистісну тривожність керівника у керований ресурс формування психологічної безпеки, де саморефлексія виступає не просто пасивним спостереженням, а активним інструментом внутрішньої стабілізації. Замість трансляції напруги на підлеглих, лідер з високим рівнем емпатії та самоконтролю створює простір для «інтелектуальної сміливості». У такому середовищі право на помилку інтегрується в когнітивні моделі персоналу як необхідний елемент досвіду, що мінімізує ризики професійного вигорання та перетворює соціальний капітал команди на стійку конкурентну перевагу.

Прикладним інструментом корекції управлінських деформацій виступає когнітивна гнучкість, яка базується на здатності до швидкої переоцінки ситуації без втрати емоційної рівноваги. Вона дозволяє керівнику здійснювати безперервний моніторинг власного стану, трансформуючи первинні імпульсивні реакції у виважений ресурс операційного контролю. Саме така саморегуляція є основою життєстійкості в умовах кризи. У довгостроковій перспективі якість такої взаємодії стає вимірюваним стратегічним активом, що конвертує індивідуальну психологічну стійкість лідера у колективну резистентність організації, що безпосередньо підвищує її реальну ринкову вартість через збереження інтелектуального потенціалу [2].

Підсумовуючи, управлінська рефлексія стає ключовим інструментом, який перетворює внутрішній ресурс лідера у реальну цінність для організації. Розвиток емоційного інтелекту дозволяє керівнику вчасно розпізнавати когнітивні пастки та стабілізувати власну поведінку, що робить стиль управління більш прогнозованим та стійким. Така трансформація управлінського впливу створює умови для формування середовища високої довіри, що є критичним для збереження продуктивності персоналу. Таким чином, впровадження психологічного підходу в практику менеджменту дозволяє розглядати людський капітал не як статичний ресурс, а як динамічну перевагу, що забезпечує життєздатність бізнесу в умовах глобальної нестабільності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лопушняк Г. Розвиток лідерства в бізнес-організації: проектування ефективних програм та оцінювання результативності [Електронний ресурс] / Галина Лопушняк, Оксана Кравчук, Руслан Милян // Економіка та суспільство. – 2026. – № 83. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-46> (дата звернення: 22.03.2026).



2. Цюпенко Т. Емоційний інтелект як засіб розвитку психологічної стійкості особистості в умовах сьогодення [Електронний ресурс] / Тетяна Цюпенко // Наукові записки. Серія: Психологія. – 2024. – № 4. – С. 109–115. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/cusu-psy-2024-4-16> (дата звернення: 22.03.2026).

УДК 005.95:330.34

Ольга КОКОРЕВА

*к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму,
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький*

Єлизавета САФОНОВА

*здобувачка спеціальності 073 «Менеджмент», ОП «Бізнес-
адміністрування»
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький*

ІНКЛЮЗИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЯК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

В умовах воєнного та післявоєнного розвитку України інклюзивне середовище трансформується з елементу соціальної відповідальності у **стратегічний драйвер сталого розвитку бізнесу**, що визначає ефективність використання людського капіталу та конкурентоспроможність підприємств. Воно забезпечує не лише соціальну справедливість і рівний доступ до можливостей для різних категорій населення - ветеранів, людей з інвалідністю, внутрішньо переміщених осіб, молоді та представників інших вразливих груп, - але й дозволяє компаніям максимально ефективно залучати та розвивати людський капітал, розширювати клієнтську базу, підвищувати лояльність споживачів і зміцнювати конкурентні позиції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Інклюзивне середовище формує безбар'єрний простір, у якому кожен працівник, клієнт і партнер відчуває себе рівноправним учасником бізнес-екосистеми. Це безпосередньо впливає на рівень інноваційності, продуктивності праці, репутацію компанії та довгострокову прибутковість. У контексті євроінтеграційних процесів, відновлення економіки після війни та необхідності відповідати Цілям сталого розвитку ООН така трансформація вже не є добровільним вибором підприємств, а стає об'єктивною необхідністю. Без



системного впровадження принципів інклюзії неможливо досягти справжньої стійкості бізнесу, соціальної згуртованості суспільства та конкурентоспроможності української економіки на глобальному рівні. Саме тому детальний аналіз існуючих викликів і розробка практичних механізмів впровадження інклюзивного середовища набуває особливої наукової та практичної актуальності для вітчизняного підприємництва сьогодні.

У цьому контексті інклюзивність доцільно розглядати не лише як характеристику середовища, а як інструмент сучасного управління підприємством, що інтегрується у систему стратегічного менеджменту.

Питання інклюзивного середовища як фактора сталого розвитку бізнесу активно вивчається сучасними українськими науковцями. Васиньова Н. досліджувала роль комунікативної та інституційної взаємодії в розвитку інклюзивного публічного управління в умовах євроінтеграції та післявоєнного відновлення України [4]. Кравчук О. та Шелепко Г. детально розробили модель організації інклюзивного навчання в закладах освіти, яка включає створення консультативних осередків і може бути успішно адаптована до корпоративного середовища [2]. Кудінова І. проаналізувала принципи, виклики та перспективи інклюзивності саме в індустрії гостинності, підкреслюючи її зв'язок зі сталим розвитком бізнесу [1]. Слатвінська Л. запропонувала оригінальну п'ятирівневу модель інклюзивного управління в туристичному бізнесі, що інтегрує стратегічні, організаційні, операційні, цифрові та соціальні виміри [3].

Незважаючи на вагомі теоретичні та практичні напрацювання цих дослідників, низка важливих аспектів залишається недостатньо вивченою. Зокрема, бракує комплексних досліджень адаптації запропонованих моделей до різних галузей української економіки, відсутні глибокі емпіричні оцінки економічної ефективності інклюзивних практик у поствоєнний період, а також механізми інтеграції інклюзивності з національною стратегією безбар'єрності, ESG-підходами та цифровізацією бізнес-процесів. Саме ці прогалини зумовлюють необхідність подальших наукових розробок у даній сфері.

Метою дослідження є узагальнення теоретичних підходів та обґрунтування практичних механізмів впровадження інклюзивного управління як фактора сталого розвитку бізнесу в умовах післявоєнної трансформації економіки України.

Серед головних викликів, які стоять перед українськими підприємствами при впровадженні інклюзивного управління на підприємствах, слід виділити кілька ключових блоків. По-перше, це фінансові обмеження та недостатнє фінансування заходів з облаштування безбар'єрної інфраструктури, особливо в умовах післявоєнної економічної кризи [1; 3]. По-друге, недостатня підготовленість керівників і персоналу до роботи в інклюзивному форматі, стереотипи, соціальна стигматизація та психологічні бар'єри, які заважають



реінтеграції ветеранів і людей з інвалідністю на робочі місця [2; 4]. По-третє, нерівномірний розвиток інфраструктури, правові прогалини в нормативній базі та проблеми адаптації цифрових технологій до потреб різних груп працівників і клієнтів [1; 3].

Ці виклики особливо загострюються в післявоєнний період, коли бізнес одночасно повинен вирішувати завдання економічного відновлення та соціальної реінтеграції тисяч людей, які повертаються з фронту або змушені були змінити місце проживання.

Таким чином, зазначені виклики мають **системний характер** і охоплюють економічний, соціально-психологічний та інституційний рівні, що ускладнює їх подолання без комплексного підходу.

Для подолання зазначених бар'єрів доцільно використовувати **механізми інклюзивного управління**, які вже довели свою ефективність у суміжних сферах і можуть бути адаптовані до підприємницької діяльності. Одним із найповніших підходів є п'ятирівнева модель інклюзивного управління, розроблена Слатвінською Л. [3]. Ця модель включає:

- стратегічне бачення - розробку довгострокової політики інклюзивності на рівні керівництва підприємства;
- організаційне управління - створення внутрішніх структур і політик, які забезпечують рівність можливостей;
- операційні практики - впровадження конкретних процедур доступності послуг і робочих місць;
- цифрові інновації - використання адаптивних технологій, доступних інтерфейсів і онлайн-платформ;
- соціальне партнерство - співпрацю з громадськими організаціями, державою та міжнародними донорами [3].

Така комплексна структура дозволяє не тільки забезпечити фізичну та комунікаційну доступність, але й розширити ринкові перспективи компанії, підвищити її репутацію та забезпечити стале зростання [3]. Кудінова І. доповнює цю модель конкретними практичними рекомендаціями для індустрії гостинності, які легко переносяться на інші галузі бізнесу [1]. Авторка наголошує на необхідності адаптації веб-сайтів і мобільних додатків, проведення спеціального навчання персоналу принципам інклюзивного обслуговування, створення спеціальних турів і продуктів для людей з інвалідністю та активної співпраці з громадськими організаціями. Вона підкреслює, що інклюзивність перестає бути лише соціальним обов'язком і перетворюється на потужний фактор конкурентної переваги та сталого розвитку підприємства [1].

Додатковим ефективним інструментом є механізми співтворення та громадського нагляду, запропоновані Васиньовою Н. [4]. Ці підходи



дозволяють залучати самих працівників і клієнтів до спільного формування та постійного вдосконалення політик інклюзивності, що значно підвищує їхню ефективність і прийнятність у колективі.

Модель консультативних осередків, розроблена Кравчук О. та Шелепко Г. для закладів освіти [2], також може бути успішно адаптована до бізнес-середовища. Створення внутрішніх центрів підтримки інклюзивної корпоративної культури дозволяє оперативно вирішувати виникаючі проблеми, проводити навчання та моніторинг впровадження інклюзивних практик на постійній основі [2].

Практичне впровадження цих механізмів в українських реаліях передбачає низку конкретних кроків: розробку внутрішніх політик безбар'єрності, системне навчання керівників і персоналу принципам інклюзивного лідерства, активне використання цифрових рішень (адаптивні інтерфейси, штучний інтелект для персоналізації послуг), а також налагодження партнерства з державними органами, громадським сектором і міжнародними організаціями. Саме такий комплексний підхід перетворює інклюзивне середовище з додаткової витратної статті на джерело конкурентної переваги, інновацій та сталого економічного зростання підприємства.

Узагальнюючи зазначені підходи, доцільно розглядати інклюзивне управління як багаторівневу систему, що поєднує стратегічні, організаційні, технологічні та соціальні інструменти.

Таким чином, створення інклюзивного середовища на підприємствах є не лише важливим соціальним імперативом сучасності, але й стратегічним фактором сталого розвитку бізнесу в умовах воєнного та післявоєнного періоду в Україні. Подолання існуючих викликів через впровадження комплексних моделей - п'ятирівневої структури інклюзивного управління, механізмів співтворення, адаптованих консультативних осередків та цифрових інновацій - дозволить вітчизняним компаніям максимально ефективно використовувати наявний людський капітал, підвищити конкурентоспроможність на ринку та внести реальний внесок у повоєнне відновлення національної економіки.

Доведено, що ефективне впровадження інклюзивного управління на підприємствах потребує комплексної інтеграції стратегічних, організаційних та цифрових інструментів, що дозволяє системно подолати економічні, соціальні та інституційні бар'єри.

Перспективи подальшого розвитку полягають у масштабуванні цих практик на всі галузі господарства, глибшій інтеграції інклюзивності з процесами цифровізації та державними стратегіями безбар'єрності, а також у проведенні емпіричних досліджень економічної ефективності таких трансформацій. Саме через синергію науки, бізнесу, влади та громадськості



Україна зможе побудувати стійку, сучасну та по-справжньому інклюзивну економіку європейського зразка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кудінова І. Інклюзивність в індустрії гостинності: принципи, виклики та перспективи розвитку // *Development Service Industry Management*. 2025. № 1. С. 21-28. DOI: [https://doi.org/10.31891/dsim-2025-9\(3\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2025-9(3)) (дата звернення: 18.03.26).
2. Кравчук О., Шелепко Г. Організація інклюзивного навчання у системі управління діяльністю в закладі освіти // *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. 2022. № 1(7). С. 165-171. DOI: [https://doi.org/10.31499/2706-6258.1\(7\).2022.261222](https://doi.org/10.31499/2706-6258.1(7).2022.261222) (дата звернення: 18.03.26).
3. Слатвінська Л. Інклюзивне управління в туристичному бізнесі: нова модель розвитку підприємств індустрії гостинності // *Економіка та суспільство*. 2025. № 80. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-96> (дата звернення: 18.03.26).
4. Васиньова Н. С. Роль комунікативної та інституційної взаємодії в розвитку інклюзивного публічного управління в Україні // *Літопис Волині*. 2025. № 33. С. 314-318. DOI: <https://doi.org/10.32782/2305-9389/2025.33.51> (дата звернення: 18.03.26).

УДК 334.722:364.62-057.36]:005.412

Альона КУРОВСЬКА,
CEO «Azov Smart Business»,
сертифікована консультантка з управління підприємництвом

ВЕТЕРАНСЬКИЙ БІЗНЕС: ВІД ІДЕЇ ДО СТАЛОСТІ

Україна — це держава, яка сьогодні захищає не лише себе, а й демократичні цінності всіх, хто вірить у свободу в глобальному вимірі.

Згідно з дослідженнями Українського ветеранського фонду (<https://veteranfund.com.ua/>) найбільшим викликом для ветеранської спільноти є: підтримка фізичного та психологічного здоров'я, соціальна інтеграція та залучення до цивільного життя, працевлаштування, доступ до правничої допомоги. Нещодавно Уряд затвердив “Стратегію ветеранської політики на період до 2030 року [1] і «Стратегію формування системи повернення з військової служби до цивільного життя на період до 2033 року» [2]. Головний



вектор - відновлення людського капіталу та добробуту ветеранів і ветеранок, членів їхніх сімей. Коли військові повертаються з фронту — важливо дати їм стимул і натхнення, але результати моніторингу показують: попри публічну підтримку, інфраструктура не забезпечує ветеранам рівних умов для розвитку бізнесу з іншими підприємцями. Ветеран повертається до цивільного життя без доступу до якісного бізнес-навчання і комплексного супроводу перших кроків у власній справі; розчаровуються в отриманні грантів, не розуміють всіх тонкощів оподаткування — через погано налагоджену інфраструктуру підтримки підприємництва. Наразі ветерани не мають доступу до обігового капіталу, бо не мають підтвердженої «кредитної історії». Фактично — ветерани опиняються у слабшій стартовій позиції порівняно з цивільними підприємцями. Так, центри «Зроблено в Україні» — вузько спеціалізовані (консультують тільки по державним грантам) і не мають бажання консультувати щодо розробки бізнес-планів для інших донорів / інвесторів / банківських установ.

Навесні 2026 року набув чинності Закон України № 4563-IX «Про ветеранське підприємництво» [3] перший системний документ, який створює правовий фундамент для його підтримки. Згідно Закону передбачено *комплекс заходів для стимулювання бізнесу, розпочатого захисниками*, а саме:

- ✓ **фінансова допомога:** надання грантів на старт і розвиток власної справи, компенсація відсотків за кредитами;
- ✓ **консультаційний супровід:** створення спеціалізованих центрів для безоплатні юридичні, бухгалтерські та маркетингові послуги;
- ✓ **освіта та перепідготовка:** фінансування програм навчання підприємництва та менеджменту для ветеранів за рахунок бюджету;
- ✓ **пріоритет у закупівлях:** розробка механізму, що надає перевагу ветеранам під час державних тендерів (аналогічно досвіду США).

Під час проведення тренінгів та консультацій від «Azov Smart Business» на протязі 2025р. в Хмельницькій області ми почули від учасників бойових дій низку проблем, пов'язаних з організацією процесу започаткування і ефективного веденні бізнесу, які мабуть бути подолані, бо захисники держави гідні статусу «бізнес-еліта» через наявний бойовий досвід, завдяки якому — мають стратегічне мислення і готові брати відповідальність за себе, свою родину, трудовий колектив. Для реалізації цієї тези - пропонуємо до впровадження авторську Дорожню мапу «Від ідеї – до сталого ветеранського підприємництва» (див. Рис.1). Це план дій для всіх зацікавлених сторін, щоб цей перехід для воїнів, які повернулись з фронту - став легшим. Пропонуємо клієнтоцентричний підхід до організації освітньо-реабілітаційної інфраструктури створення ветеранського бізнесу шляхом синергетичного ефекту між партнерами (комунальними закладами з підтримки ветеранів в Хмельницькій області, бізнес-школами, галузевими кластерами, діючими



підприємцями, ГО) — як пілотний проєкту повернення військових до цивільного життя через бізнес. Наша організаційна система підтримки ветеранів складається з наступних складових: **«психологічна підтримка щодо відбору ідеї + бізнес-освіта + менторінг + бізнес-тури + оздоровчі тренування + індивідуальний коучінг експерта з підприємництва + створення колективної цінності групового мислення через нетворкінг + отримання грантів/інвестицій + зрозуміле ведення сталого бізнесу та покращення його бізнес-моделі»**. Такий комплексний підхід нами вперше розроблено і апробовано ще десять років тому в Регіональному навчальному центрі бізнес-навичок «Приазов'є» при ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (м.Маріуполь, розроблено і отримано у 2015р. грант від Уряду Японії). Системний підхід дозволив залучити постійне грантове фінансування на власні освітні проєкти для навчання актуальним професіям/підприємництву/просуванню бізнесу для ВПО (перша хвиля з 2014р. — Донецьк, Луганськ), УБД, які перебували в Маріуполі, місцевих мешканців і проведення «Хакатонів можливостей» від донорів UNDP, GIZ та БФ «Карітас-Маріуполь», БФ «Берегиня», ГО «Сила підприємців», інших. Резиденти РНЦБН стали «на ноги» завдяки навчанню на бізнес- і психологічних тренінгах, участі в декількох «Школах проєктного менеджменту» (з 2016 по 2020р.р.) — в освітніх заходах прийняли участь до 2000 осіб, з яких ми створили стійку спільноту з числа ВПО і УБД = 180 власників мікро- і малого бізнесу; з яких 80 осіб отримали грантове фінансування на створення або відновлення власного бізнесу, деякі – по 2 і 3 гранти. Через війну Росії проти України Бізнес-школа Альони Куровської з Маріуполя (ТМ Azov Smart Business), яка є правонаступником РНЦБН «Приазов'є», наразі працює в Хмельницькому для громадських організацій та інших замовників і має спроможність посилити процеси становлення ветеранського підприємництва шляхом розвитку інноваційного і креативного капіталу захисників вітчизни, які обирають для себе шлях власної справи, де може розкритися потенціал ветерана.

Ключові етапи **Дорожньої мапи «Від ідеї - до сталого ветеранського підприємництва»**, яку розроблено для тестування в Хмельницькій області:

1. навчання помічників ветеранів області «Основам проєктного менеджменту для ветеранського бізнесу» в режимах офлайн та онлайн з метою, щоб представники ветеранських Хабів мали навички задля допомоги ветеранам по виконанню їх Домашніх Завдань при розробці власної ідеї (під час їх навчання);

2. вибір ветераном концепції бізнесу шляхом застосування японської методики **Ікігай**, яка допомагає зрозуміти, яку ідею для власної справи найкраще обрати (*Що я люблю робити? Що роблю найкраще? За що можу отримувати винагороду вже зараз? Чого потребує світ?*);



3. освітня складова «Школа-акселератор ветеранського підприємництва»:

- навчальні програми для підприємців-ветеранів та членів їх родини з питань організації та ведення бізнесу; тренінги, воркшопи, бізнес-тренінги;
- експертна підтримка (стратегія, маркетинг, бізнес-модель, фінанси, податки);
- менторінг і психологічна підтримка від діючих підприємців (pro bono);
- виконання ДЗ разом з помічником ветерана(пошук в інтернеті, друкування);
- допомога у залучення коштів для фінансування ветеранських бізнесів (гранти, інвестиції, кредити, змішане фінансування), соціальних ідей (ГО);
- комунікаційна підтримка висвітлення успіху ветеранських команд.

4. організація екосистеми підтримки ветеранського бізнесу на рівні області;

вивчення досвіду впровадження і масштабування досвіду на всю Україну.

Україна входить у етап повернення сотень тисяч ветеранів до цивільного життя — це повноцінна економічна та суспільна реінтеграція людей з унікальним досвідом лідерства, стійкості та відповідальності. Ветерани — це стратегічний капітал країни, носії унікального досвіду і культури національної стійкості. В наших силах зробити перехід до ветеранського підприємництва більш безпечним і комфортним для самого ветерана.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про схвалення Стратегії ветеранської політики на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024-2027 роках: Розпорядження Кабінету міністрів України від 29.11.24 №1209-р // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1209-2024-%D1%80#Text>, ред. від 26.11.25;

2. Про схвалення Стратегії формування системи повернення з військової служби до цивільного життя на період до 2033 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках: Розпорядження КМУ від 31.12.24 № 1350-р // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1350-2024-%D1%80#Text>, редакція від № 1341-р від 26.11.2025;

3. Про ветеранське підприємництво: ЗУ, Відомості Верховної Ради (ВВР), 2025, № 48, ст.212) // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4563-20#Text>

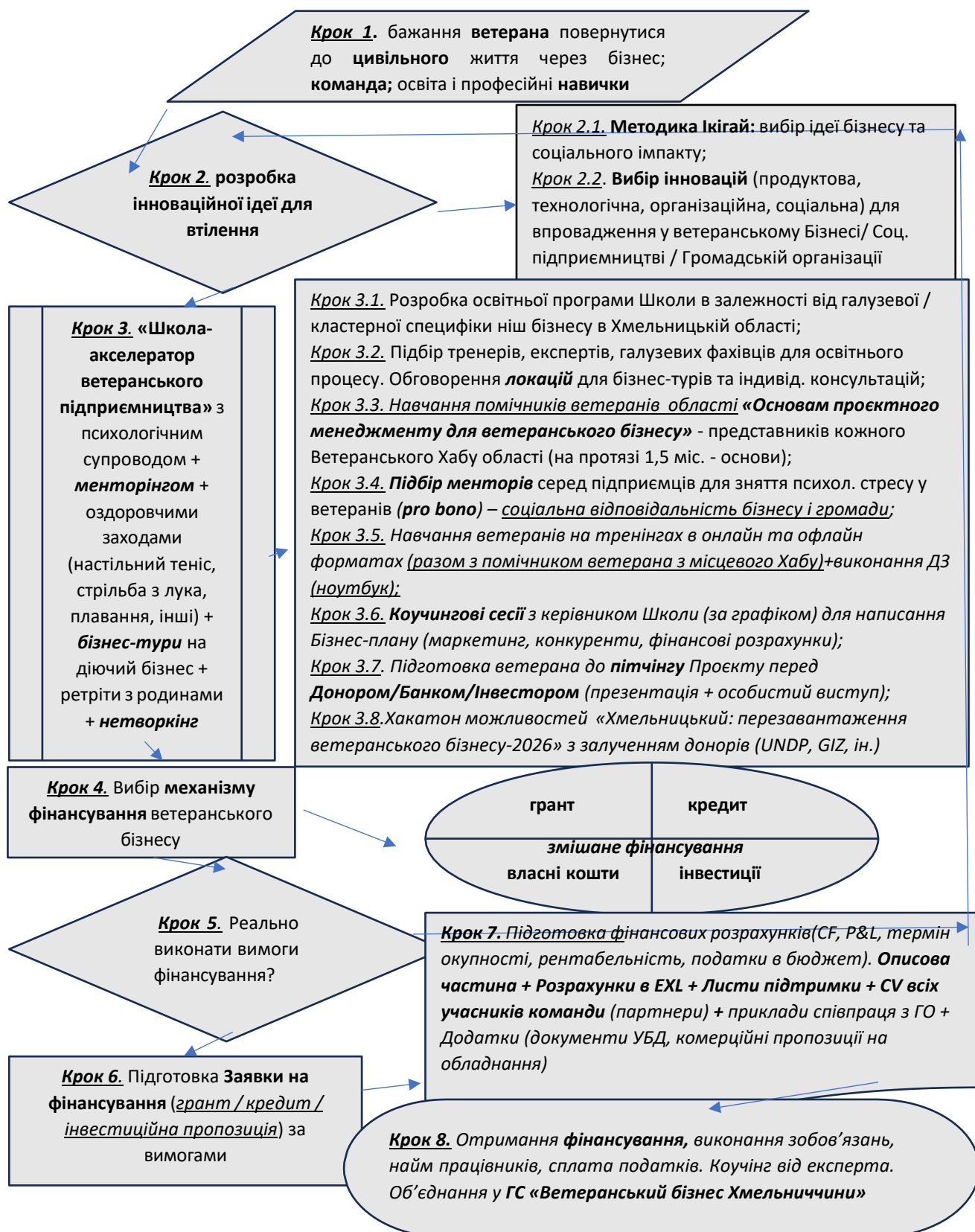


Рис. 1. Дорожня мапа «Від ідеї — до сталого ветеранського підприємництва»

@TM Azov Smart Business



УДК 336.226.21:352.072.1:355.01(477)

Олександр МАЛЮЖЕЦЬ,

*заступник начальника відділу адміністрування
податків і зборів з фізичних осіб – підприємців,
з громадян та осіб, які провадять незалежну професійну діяльність, податку
на майно та місцевих зборів з фізичних осіб
управління оподаткування фізичних осіб
Головного управління ДПС у Херсонській області,
Автономній Республіці Крим та м. Севастополі*

ПОДАТОК НА МАЙНО В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: БАЛАНС МІЖ СОЦІАЛЬНОЮ ПІДТРИМКОЮ ТА ФІНАНСОВОЮ СПРОМОЖНІСТЮ ГРОМАД

Під час дії правового режиму воєнного стану (введеного Указом Президента України «Про введення воєнного стану в Україні» від 24.02.2022 року № 64/2022, затвердженим Законом України «Про затвердження Указу Президента України «Про введення воєнного стану в Україні» від 24.02.2022 року № 2102-IX) особливої актуальності набувають питання оподаткування майновими податками, оскільки податок на майно – один з основних джерел доходів місцевих бюджетів [1]. Фінансова самодостатність бюджетів територіальних громад Херсонської області є запорукою ефективного фінансування всіх необхідних програм по захисту населення та відновленню внаслідок обстрілів території Херсонщини.

В умовах тривалого процесу реформування місцевого самоврядування в Україні, що здійснюється в рамках комплексної децентралізації, місцеві бюджети набувають все більшої автономії та незалежності від державного фінансування. Це, у свою чергу, створює нові виклики та підвищує вимоги до оптимізації і вдосконалення локальних податкових надходжень, насамперед місцевих податків і зборів, оскільки місцеві громади повинні значно збільшити свої доходи для забезпечення фінансування соціальних, інфраструктурних та економічних потреб населення, особливо в умовах війни та повоєнного відновлення [2, с. 136].

Податок на майно, який складається з податку на нерухоме майно, відмінне від земельної ділянки, транспортного податку та плати за землю відноситься до місцевих податків, а тому фіскальний потенціал цих податків дозволить підвищити фінансову самодостатність територіальних громад.



Фінансова спроможність, насамперед, характеризує наявність достатнього обсягу фінансових ресурсів, необхідних для забезпечення сталого розвитку територіальної громади. Натомість фінансова самодостатність, на переконання Л. Сідельникової та В. Зосимчук, ґрунтується на збалансованому функціонуванні усіх структурних компонентів громади, стабільних внутрішніх взаємозв'язках та здатності адаптуватися до змін зовнішнього середовища [2, с. 138].

Територіальна громада може вважатися фінансово самодостатньою, коли її фінансова система, інтегрована у систему публічних фінансів, володіє здатністю до самостійного забезпечення [3].

В той же час, відповідно до пункту 69 підрозділу 10 розділу XX Податкового кодексу України від 02.12.2010 року № 2755-VI, тимчасово, на період до припинення або скасування воєнного стану на території України, справляння податку на майно здійснюється з урахуванням пунктів 69.14, 69.22, якими, зокрема, передбачені підстави для звільнення від оподаткування [4].

А тому, серед викликів сьогодення, які необхідно оптимізувати, є недостатня автономія органів місцевого самоврядування в питанні визначення особливостей оподаткування податком на майно та значний розмір податкових втрат для об'єктів тих громад, які перебувають в зоні активних бойових дій та/або активних бойових дій, на який функціонують державні електронні інформаційні ресурси.

Отже, чинна система місцевого оподаткування в період повоєнного відновлення має бути істотно переформатована, адже у діючому форматі вона неспроможна забезпечити достатні бюджетні ресурси для розбудови деокупованих та постраждалих від бойових дій територій. Саме оптимізація місцевих податків і зборів повинна стати ключовим чинником стимулювання регіональної економіки [5, с. 399].

Підсумовуючи, можна дійти висновку, що реформування податку на майно в умовах воєнного стану потребує особливих підходів із балансування між забезпечення фінансової автономії територіальних громад та надання податкових преференцій платникам податку, майно яких постраждало внаслідок воєнних дій. В той же час, слід зазначити що запропоновані зміни мають стратегічну довготривалу перспективу, адже повоєнна відбудова Херсонщини також потребуватиме додаткових інвестиційних проєктів розвитку інфраструктури регіону. А тому, місцеві податки повинні більш автономно регулюватися територіальними громадами, а не державою, в тому числі можливість зміни елементів податку, видів та ставок місцевих податків має бути виключною прерогативою органів місцевого самоврядування.



ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про затвердження Указу Президента України «Про введення воєнного стану в Україні» від 24.02.2022 року № 2102-IX. Дата оновлення 24.02.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2102-20#Text> (дата звернення: 12.04.2026).
2. Сідельникова Л.П., Зосимчук В.В. Місцеве оподаткування як інструмент забезпечення фінансової самодостатності громад. Актуальні проблеми розвитку економіки регіону. 2025. Вип. 21. Т. 2. С. 135-150. DOI: <https://doi.org/10.15330/apred.2.21.135-150> (дата звернення: 12.04.2026).
3. Піхоцька О., Блавт А. Механізм досягнення самодостатності територіальної громади. Академічні візії. 2023. Вип. 24. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10034978> (дата звернення: 12.04.2026).
4. Податковий кодекс України: Закон України від 02.12.2010 р. № 2755-VI. Дата оновлення: 15.04.2026. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення: 12.04.2026).
5. Сідельникова Л.П., Зосимчук В.В. Фіскальні ефекти системи місцевого оподаткування Херсонської області в умовах воєнного стану. Вісник ХНТУ. 2024. № 4 (91). С. 394-400. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.4.52> (дата звернення: 12.04.2026).

УДК 334.021

Наталія МЄШКОВА-КРАВЧЕНКО,
старший викладач кафедри економіки,
підприємництва та економічної безпеки,
Юрій ДЕЖКУНОВ,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Забезпечення сталого розвитку в глобальному масштабі неможливо без розуміння нових підходів розвитку суб'єктів господарювання. Традиційна бізнес-модель, де прибуток – єдина ціль, втратила можливість формування ключових конкурентних переваг на перспективу.

Сталий розвиток суб'єкта господарювання слід розглядати як процес забезпечення його економічної життєздатності та конкурентоспроможності на основі інтеграції принципів соціальної відповідальності й екологічної збалансованості в систему управління [1, с.28].



Ситуація загострилася в умовах війни. Досягнення цілей розвитку суб'єктами господарювання можливо за умови гнучкості бізнес-процесів, інновацій, забезпечення соціально-економічної безпеки, ефективного управління ресурсами в непередбачуваному середовищі.

Ключовим ресурсом забезпечення результативної діяльності суб'єкта господарювання є персонал. Створення належних умов для розкриття потенціалу кожного працівника: гідна праця, безпека, розвиток персоналу, розвиток громад для зростання добробуту, потребує розуміння прибутку як інструменту досягнення спільної цінності.

Гідна праця передбачає певні витрати на персонал суб'єктів господарювання, які включають витрати на виплату заробітної плати, обов'язкові соціальні нарахування, соціальне забезпечення, витрати на пошук, утримання, навчання та розвиток персоналу. Інформацію щодо персоналу суб'єктів господарювання України наведено у табл. 1.

Таблиця 1.

Витрати на персонал суб'єктів господарювання

Роки	2020	2021	2022	2023	2024
Витрати на персонал суб'єктів господарювання, млн. грн	1019815,1	1200751,4	1057109,9	1215093,0	1448308,1
Витрати на персонал суб'єктів господарювання, тис. грн/особу	114,18	134,37	140,90	163,72	194,67
Темп зміни		117,68	104,86	116,20	118,20
Витрати на оплату праці суб'єктів господарювання, млн. грн	841311,3	988150,7	874677,0	1014338,4	1212501,1
Витрати на оплату праці суб'єктів господарювання, тис. грн/особу	94,19	110,58	116,59	136,67	162,97
Темп зміни		117,40	105,43	117,22	119,24
Відсоток витрат на оплату праці у витратах на персонал усіх суб'єктів господарювання, тис. грн/особу	82,50	82,29	82,74	83,48	83,72
Обсяг реалізованої продукції суб'єктів господарювання, тис. грн/особу	1238,52	1677,44	1482,19	1829,06	2127,64
Темп зміни		135,44	88,36	123,40	116,32

Джерело: укладено авторами за матеріалами Державної служби статистики України [2].



Витрати на персонал та витрати на оплату праці суб'єктів господарювання, які складають більше 80% витрат на персонал, мали однакову тенденцію змін протягом досліджуваного періоду з 2020 по 2024 рік: зростання в 2021 році, зменшення в 2022 році у зв'язку з початком повномасштабної війни, подальше зростання у 2023 та 2024 році. Витрати на персонал та витрати на оплату праці на одного зайнятого працівника на суб'єкті господарювання зростали кожного року за досліджуваний період з 2020 по 2024 рік, при цьому зростання другого показника здійснювалося дещо швидше.

Слід зазначити, що в 2021 році зростання витрат на персонал на одного працівника на 17,68% корелював зі зростанням обсягу реалізованої продукції на одного працівника на 35,44%; у 2022 році роботодавці підтримували працівників, що відображено зростанням витрат на персонал на одного зайнятого працівника на суб'єкті господарювання на 4,86%, однак, обсяг реалізованої продукції на одного працівника знизився на 11,64%. У 2023 та 2024 році обидва показники мають тенденцію до зростання.

Витрати на персонал усіх суб'єктів господарювання має тенденцію до зростання протягом досліджуваного періоду незалежно від розміру суб'єкта господарювання, що відображено в табл. 2.

Таблиця 2.

Витрати на персонал суб'єктів господарювання за розміром

Рік	Витрати на персонал суб'єктів господарювання, тис. грн/ особу				
	усіх	велик их	Серед ніх	малих	мікро
2020	114,18	228,67	148,76	46,08	25,38
2021	134,37	261,90	184,61	50,18	27,35
2022	140,90	265,90	193,00	53,69	26,38
2023	163,72	338,62	233,35	57,80	28,66
2024	194,67	421,08	287,93	57,25	26,08

Джерело: укладено авторами за матеріалами Державної служби статистики України [2].

Однак, витрати на персонал на особу зменшуються зі зменшенням розміру суб'єкта господарювання. На великих суб'єктах господарювання витрати на персонал на одну особу в 1,46 разів більше ніж на середніх і в 7,36 разів більше ніж на малих суб'єктах господарювання. Переважна частина витрат на персонал пов'язана з витратами на оплату праці, при цьому частка зменшується зі зменшенням розміру суб'єкта господарювання (для великих – 84,52%, для мікропідприємств – 78,13%). На великих суб'єктах господарювання витрати на персонал можуть включати витрати на аутсорсинг функцій та витрати на утримання соціальної інфраструктури.



У рамках цілі сталого розвитку – гідна праця та економічне зростання – виокремлюють завдання – створення інституційних та фінансових можливостей для самореалізації потенціалу економічно активної частини населення, індикатор якого - частка зайнятих працівників у суб'єктів середнього та малого підприємництва, у загальній кількості зайнятих працівників у суб'єктів господарювання склала у 2024 році 82% і майже не змінювалася з 2021 року [3].

Одним із завдань забезпечення сталого розвитку є створення умов для повернення та інтеграції внутрішньо переміщених осіб. Частка працевлаштованих за сприяння Державної служби зайнятості зареєстрованих безробітних внутрішньо переміщених осіб у загальній кількості зареєстрованих безробітних внутрішньо переміщених осіб, у 2025 році - 30,4 відсотків (у 2024 році – 29,4%). Слід зазначити, що даний показник у 2025 році 42,7% у Дніпропетровській, 37,9% у Рівненській, 37,7% у Івано-Франківській, 36% у Львівській, 35,9% у Закарпатській, області та 35,8% Київ [3]. Даний розподіл вказує на залежність від рівня безпеки та економічного потенціалу регіону.

У сучасних умовах суб'єкти господарювання повинні спонукати персонал до перекваліфікації, підвищення кваліфікації, вкладати додаткові кошти в створення безпечних умов праці, дбати про ментальне здоров'я працівників. Витрати на персонал слід розглядати як винагороду працівників за працю та мотивацію до подальшого зростання продуктивності праці на основі розвитку персоналу.

Реалізація соціальних цілей суб'єкта господарювання можлива за досягнення економічних цілей, передбачає їх взаємний вплив та потребує залучення як власних додаткових коштів, так і підтримки держави та міжнародного партнерства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волочай М.І. Концептуальні підходи до визначення сталого розвитку суб'єктів господарювання. *Актуальні проблеми сталого розвитку*. 2026. № 3. Том 3. С. 25-29.
2. Державна служба статистики України : вебсайт. URL: <https://stat.gov.ua> (дата звернення: 28.03.2026).
3. Цілі сталого розвитку (ЦСР) URL: <https://stat.gov.ua/uk/pages/tsili-staloho-rozvytku-tssr> (дата звернення: 28.03.2026).



УДК 339.138:334.7

*Руслан НАБОКА,
к.е.н., доцент, завідувач кафедри менеджменту, маркетингу і туризму,
Олександр СЕРДЮК,
Здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький*

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БРЕНДУ СУБ'ЄКТІВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

У сучасних умовах ринку бренд стає фактором успішності бізнесу. Якщо раніше основна конкуренція відбувалася за рахунок ціни чи якості продукції, то зараз дедалі більшого значення набуває сприйняття компанії споживачем. Бренд формує довіру, впізнаваність і впливає на вибір клієнта. Для малого та середнього бізнесу це питання є актуальним, оскільки такі підприємства зазвичай функціонують в умовах обмежених ресурсів і змушені конкурувати з великими компаніями, які мають значно більші можливості для просування. У таких умовах сильний бренд дозволяє не лише виділитися на ринку, а й компенсувати нестачу фінансових та маркетингових ресурсів. Формування бренду в межах МСБ має свої особливості, що залежать від масштабу діяльності підприємства. Тому актуальним є дослідження підходів до брендингу на різних рівнях з метою визначення ефективних механізмів його формування.

У наукових дослідженнях брендинг розглядається як один із ключових чинників підвищення конкурентоспроможності підприємств. Бренд представлений не лише як засіб ідентифікації, а й як інструмент формування конкурентних переваг і диференціації продукції на ринку. Бренд-менеджмент є комплексною системою управління, що реалізується на стратегічному, тактичному та оперативному рівнях [1].

Брендинг у сегменті МСБ має особливості і не може повністю копіювати підходи великих компаній. Вагомим фактором успішного бренду тут є довіра споживачів, а основними цілями брендингу виступають або забезпечення зростання бізнесу, або його диференціація на ринку. Важливими є також іміджеві характеристики і необхідність використання власних унікальних переваг [2].

В умовах нестабільного ринку бренд повинен виходити за межі функціональних характеристик і формувати емоційний досвід взаємодії зі споживачем. Емоційний брендинг виступає стратегічним інструментом



формування лояльності, особливо для мікробізнесу, де важливу роль відіграють персоналізація, атмосфера та «відчуття місця» [3].

Маркетингова діяльність підприємства є підґрунтям для формування бренду. Маркетинг у малому бізнесі характеризується обмеженістю ресурсів і переважанням тактичних рішень. У таких умовах особливого значення набувають орієнтація на вузький сегмент ринку, чітке визначення цільової аудиторії та формування унікальної пропозиції, що безпосередньо впливає на ефективність брендингу [4].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із впливом інноваційних технологій на процес формування бренду. Бренд розглядається як стратегічний актив малого бізнесу, який дозволяє компенсувати обмежені ресурси та підвищувати довіру споживачів. Сучасний брендинг дедалі більше пов'язаний із використанням цифрових інструментів, зокрема штучного інтелекту, Big Data, соціальних мереж та автоматизації маркетингу. При цьому перевагами малого бізнесу залишаються гнучкість, швидкість прийняття рішень і тісний контакт із клієнтами, що дає змогу ефективно впроваджувати інноваційні підходи [5].

З огляду на відмінності у ресурсному забезпеченні, масштабах діяльності та підходах до управління, процес формування бренду суттєво різниться залежно від типу підприємства. Особливо це проявляється при порівнянні суб'єктів малого, середнього та великого бізнесу, де змінюється рівень стратегічності, формалізації та інструментарію брендингу. Для наочного відображення зазначених відмінностей доцільно узагальнити ключові характеристики формування бренду у вигляді порівняльної моделі (рис. 1).



Критерії	СУБ'ЄКТИ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ			СУБ'ЄКТИ ВЕЛИКОГО БІЗНЕСУ
	ФОП	Мікро та малі підприємства	Середні підприємства	Великі підприємства
Стратегічність брендингу	Інтуїтивно, відсутня стратегія	Частково сформована	Системна	Чітка довгострокова стратегія
Роль бренду	Ідентифікація особи	Інструмент конкуренції	Актив розвитку	Основний нематеріальний актив
Роль власника	Бренд = власник	Висока залежність	Частково відокремлений	Повністю автономний
Ресурси на брендинг	Мінімальні	Обмежені	Достатні	Значні
Маркетингова аналітика	Відсутня	Обмежена	Використовується	Системна, глибока аналітика
Айдентика	Базова або відсутня	Частково сформована	Професійна	Стандартизована брендбуки
Позиціонування	Розмите	Визначається	Чітке	Чітке і стабільне
Комунікації	Особисті, прямі	Digital-комунікації	Інтегровані	Оmnіканальні (IMC)
Канали просування	Соцмережі, сарафанне радіо	Digital + локальні канали	Digital + PR	Масові медіа + digital
Формування довіри	Через особистість	Через сервіс	Через досвід взаємодії	Через репутацію бренду
Гнучкість бренду	Дуже висока	Висока	Помірна	Низька
Контроль бренду	Відсутній	Частковий	Формалізований	Жорсткий бренд-менеджмент
Ризики бренду	Дуже високі	Високі	Помірні	Керовані

Рис. 1 – Порівняння особливостей формування брендів суб'єктів малого, середнього та великого бізнесу
Джерело: складено автором на основі [3-8].



Отже, формування бренду у суб'єктів малого та середнього бізнесу має специфічні особливості, зумовлені обмеженістю ресурсів, масштабом діяльності та організаційною структурою підприємств. Ці особливості проявляються у рівні стратегічності, ролі бренду, характері комунікацій, ступені персоналізації. На відміну від великого бізнесу, брендинг у МСБ поєднує гнучкість і часткову несистемність. Але відсутність чіткої стратегії може призводити до несистемності та нестабільності позиціонування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волхонський А. С. Особливості формування бренду підприємств як фактору підвищення їх конкурентоспроможності. *Економіка та суспільство*. 2023. № 54. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-93>
2. Горовий Д. А., Павловський В. С. Формування власного бренду підприємства малого бізнесу. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (економічні науки)*. 2021. № 4. С. 30–34. URL: <https://doi.org/10.20998/2519-4461.2021.4.30>
3. Рижих М. І., Циба Д. В. Маркетингові стратегії формування емоційного бренду малого бізнесу в умовах нестабільного ринку. *Академічні візії*. 2025. № 40. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15659975>
4. Савіна С. С. Особливості маркетингу в малому підприємстві. *Приазовський економічний вісник*. 2018. Вип. 5 (10). С. 41–45. URL: https://pev.kpu.zp.ua/journals/2018/5_10_uk/9.pdf
5. Устік Т. В., Шматок М. В. Інноваційні технології в управлінні брендом на підприємствах малого бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2024. № 69. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-130>
6. Новицька О. В. Інструменти стимулювання малого та середнього бізнесу в контексті регіонального розвитку. *Вісник ЧДТУ: збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*. 2015. № 39. Ч. II. С. 143–149.
7. Новицька О. Особливості підтримки малого та середнього бізнесу в системі сучасного регіонального менеджменту. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*. 2014. № 37(2). С. 162 – 169.
8. Плаксюк О., Якушева О., Сердюк О. Сучасні підходи до оцінювання бренду компанії в конкурентному середовищі. *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Economic Sciences*, 2025, 29.1. С. 78 – 87. DOI: <https://doi.org/10.31651/2076-5843-2025-1-78-87>



УДК 334:726

*Ольга НАУМОВА,
к.е.н., доцент кафедри менеджменту
Олександр НАУМОВ,
д.е.н. професор, професор кафедри менеджменту
Національний університет «Київський авіаційний інститут», Київ*

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ МАЛОВІДХОДНИХ ІНТЕГРОВАНИХ АГРОПРОДОВОЛЬЧИХ ВИРОБНИЦТВ НА ПРИНЦИПАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Питання переведення економіки агропродовольчої сфери на принципи циркулярної економіки приділяється значна увага науковців, про що свідчать наукові публікації [1]. Важливість цієї проблеми визначається двома основними чинниками, які є основоположними для існування цивілізації, але багато в чому суперечать один одному: 1. Збереження довкілля як середовища існування людства, джерела ресурсів і природних багатств. 2. Забезпечення зростаючого населення планети продуктами харчування у достатньому обсязі.

Розв'язання цього контроверсійного питання науковці знаходять у концепції циркулярної економіки [2], яка протиставляється лінійній економіці, що не відповідає сучасним вимогам ресурсоефективності та є джерелом значних обсягів відходів. Циркулярна економіка діє за замкненим циклічним принципом «продукт-відходи-продукт», коли відходи споживання або виробництва можуть стати вхідним ресурсом для іншого виробництва.

Актуальність такого підходу для України визначається скороченням ресурсів для виробництва продовольства та збільшенням навантаження на довкілля. Окрім чинників глобального характеру, значний вплив на виробництво продовольчої продукції здійснило повномасштабне вторгнення, в результаті чого було втрачено частину природно-ресурсного та виробничого потенціалу агропродовольчого виробництва. Водночас, агропродовольча сфера проявила високі антикризові властивості, у короткий термін було відновлено обсяги виробництва продовольчої продукції. Втім, досі відчувається брак природних ресурсів, виробники не завжди дотримуються принципів ощадливого природокористування, що веде до виснаження ґрунтів та інших джерел ресурсів та збільшення обсягу відходів [3].

Ще однією проблемою є кліматичні зміни, які змінюють баланс ресурсів і не дозволяють використовувати застарілі методи ведення господарства [4]. Вже зараз аграрії Південного регіону стикаються з необхідністю змінювати схеми ведення господарства через кліматичні виклики.



Переведення агропродовольчого виробництва на принципи циркулярної економіки дозволяє збільшити обсяги ресурсів для виробництва продовольства, диверсифікувати виробництво та зменшити тиск на довкілля. Втім, концепція циркулярної економіки повинна впроваджуватися у великих господарських системах, щоб забезпечити належний ефект. Ключем до цього має стати інтеграція дрібних та середніх виробників у мережеві об'єднання. Перевага мережевих структур перед ієрархічними доведена світовим досвідом ведення бізнесу у різних секторах економіки [5]. На наш погляд, поєднання концепцій циркулярної економіки та мережевої організації бізнесу дозволить підвищити ресурсну та економічну ефективність продовольчого виробництва.

Гіпотеза полягає у тому, що формування інтегрованої системи взаємопов'язаних технологічних ланцюгів виробництва продовольчої продукції дозволяє реалізувати принципи циркулярної економіки у агропродовольчій сфері, а саме: забезпечує економію природно-ресурсного потенціалу та зменшує навантаження на довкілля через залучення відходів одних виробництв у технологічний процес інших учасників об'єднання. Таким чином формується замкнена система пов'язаних технологій із мінімальним обсягом відходів.

Особливістю концептуальної моделі мережевого інтегрованого об'єднання бізнес-суб'єктів є можливість її тиражування і адаптації до різних виробничо-господарських систем. Концепція націлена насамперед, на залучення до інтегрованої системи суб'єктів малого та середнього бізнесу, що окрім ресурсозберігаючого ефекту, дозволить отримати їм конкурентні переваги та отримати синергетичний ефект від взаємодії у інтегрованому об'єднанні. Створення об'єднань позитивно вплине, насамперед, на розвиток сільських територій та регіонів, а у разі поширення – на стан та розвиток агропродовольчої сфери економіки.

Інтеграція малих та середніх виробництв створює підґрунтя для покращення природного середовища і якості життя населення територій де розташовані інтегровані маловідходні виробництва через скорочення обсягу відходів. Збільшення обсягів виробництва, за рахунок кращого використання ресурсів, дозволить збільшити обсяги надходжень до бюджетів, доходів населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rizwan, D., Kirmani, S.B.R. and Masoodi, F.A. (2025), Circular Economy in the Food Systems: A Review. Qual Manage., 34: e70096. <https://doi.org/10.1002/tqem.70096>
2. Rajković, Miloš & Popović Minić, Dušanka & Milinčić, Danijel & Zdravković, Milena. (2020). Circular economy in food industry. Zastita materijala. 61. 229-250. 10.5937/zasmat2003229R6.



3. Прогноз виробництва сільськогосподарської продукції в Україні у 2025 році (лютий 2025 року) / [Лупенко Ю.О., Нечипоренко О.М., Людвенко Д.В., Грищенко О.Ю.]; за ред. Ю. О. Лупенка, О. М. Нечипоренка. – К.: ННЦ «ІАЕ», 2025. – 24 с.

4. Кліматичні зміни на півдні України: виклики для агросектору та рекордні обсяги зрошення https://www.darg.gov.ua/index.php?lang_id=1&content_id=14800&lp=56

5. Вікторов Б. В. Типи мережевих підприємств у міжнародному бізнесі. Вчені записки Університету «КРОК» 2020. № 2(58). URL: <https://snku.krok.edu.ua/index.php/vcheni-zapiski-universitetu-krok/article/view/291/313>

УДК 658.8:339.37:330.341

***Артем НАХИМЧУК,**
здобувач СВО «Бакалавр»*

Ірина МАРТИРОСЯН,

к.т.н., доцент,

Анатолій ШАЛЕНИЙ,

к.е.н., доцент,

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

ПЛАНУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО СУПЕРМАРКЕТУ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Розвиток цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту, аналітики поведінки покупців та персоналізованих сервісів, відкриває нові можливості для формування концептуальних супермаркетів. Унікальне планування в такому контексті виступає не лише архітектурним рішенням, а й інструментом інтеграції інноваційних бізнес-процесів. Супермаркет як базовий формат продовольчого ритейлу поступово виходить за межі виключно функціонального простору купівлі товарів і трансформується у складну соціально-економічну систему, що поєднує торгівлю, сервіс, комунікацію та формування споживчого досвіду.

Аналіз сучасної літератури [1-4] демонструє значний дисбаланс: більшість наукових розробок присвячені або глобальним ритейл-мережам, або промисловим підприємствам, залишаючи поза увагою специфіку планування одиничних середніх об'єктів торгівлі. Як зазначають А. Н. Ахтоян, Ілленко А.В. [5] невеликі ритейлери мають використовувати відмінні технології залучення і утримання клієнтів для того, щоб витримувати конкуренцію проти великих



фірм. Крім того, сучасний ритейл в Україні працює в умовах «високої непередбачуваності змін та тиску кризових чинників» [6,7], що вимагає переорієнтації на високотехнологічну модель. У своїй працях Бурдикович І, Черданцева І.[8] та Коптієва Н. Ю.[9] наголошують на необхідності вдосконалення бізнес-процесів через інноваційні підходи, оскільки традиційні методи вже не забезпечують утримання конкурентних переваг. І незважаючи на різноспрямованість підходів, наукові дослідження мають розрізнений характер щодо мережевого ритейлу, де існує потреба в комплексному підході, адже у сучасному науковому дискурсі наразі не існує інтегрованої концепції з планування об'єктів торгівлі, яка б одночасно поєднувала технологічне планування, екологічну відповідальність та соціальну місію (освіту споживача). Враховуючи вищезазначене, існує необхідність трансформації традиційних підходів до планування об'єктів роздрібної торгівлі у контексті сучасних викликів сталого розвитку. У зв'язку з цим, нами був розроблений проєкт інноваційного супермаркету з унікальною концепцією, аналогів якого не існує в Україні. Практична цінність проєкту полягає у формуванні уніфікованого алгоритму оптимізації операційних та технологічних процесів, що є критично важливим для малих та середніх підприємств в умовах високої волатильності ринку.

Супермаркет Odis – це багаторівневої бізнес-моделі, яка синергетично вирішує питання працевлаштування професійних кадрів та екологізації безпосередньо у секторі споживання. Особлива увага приділяється модифікації купівельної поведінки через організацію унікальних зон (дегустаційні станції, відділи «Take&Go», тест-контроль товару, еко-відділи від споживання до утилізації), що сприяє підвищенню рівня споживчої обізнаності та конкурентоспроможності об'єкта. В умовах війни першочергове значення має й безпека місцезнаходження як персоналу, так і споживачів, що також враховано при плануванні. Під час роботи над проєктом був проведений аналіз конкурентного середовища мікрорайону за моделлю п'яти сил М. Портера. Загальна оцінка склала 17 з максимальних 25, що вказує на високий потенціал об'єкта торгівлі у мікрорайоні. Надалі була проведена оцінка локації. Загальна бальна оцінка локації склала 17 балів з максимальних 20, що визначає її як дуже вдалу і підтверджує актуальність подальшого аналізу. Була виведена порівняльна характеристика ключових конкурентів, висновком якої стало: основну загрозу для нового проєкту в ЖК "Kadott City" становить найближчі супермаркети "Сільпо" через високу якість продукції та сервіс та АТБ через відносно нижчі ціни. Унікальні рішення та концепція супермаркету наведено у таблиці 1.



Таблиця 1.

Проект інноваційного концептуального супермаркету

Концепція	Унікальні рішення та відмінність від існуючих супермаркетів	Перспективи
Скандинавська модель «зеленого» супермаркету, який базується на принципах сталого розвитку та екологічної відповідальності.	✓ Дегустаційна станція: локація для щоденних презентацій новинок під керівництвом кваліфікованого товаровознавця, що підвищує обізнаність клієнтів про склад та якість продуктів; ✓ Тест-контроль продуктів на безпечність – міні-лабораторія споживача ✓ Стійка соковижимання: сервісна зона у відділі преміальних фруктів, де персонал готує свіжі охолоджені напої за індивідуальним запитом покупця. ✓ Олії на розлив: відділ формату самообслуговування, де на перших етапах впровадження передбачено допомогу консультанта для адаптації споживачів до нового процесу; ✓ Куток еко-утилізації: спеціалізований пункт на паркувальному майданчику для сортування паперу, скла, пластику, а також металу та дрібної електроніки. ✓ Відділ «Take&Go»: автономна зона в азіатському стилі з двома входами, оснащена «Hot-Pot» станцією, мікрохвильовками та готовими стравами для миттєвого вживання. ✓ Зона товарів зі знижками - продаж «потворних» овочів, знижки на продукти з терміном, що спливає ✓ Окремий відділ з органічною продукцією. ✓ В кулінарному відділі на стравах вказано харчова цінність в ккал, відділ кулінарії для веганів. ✓ Концепція «DAO-Супермаркет» ✓ Концепція «Едьютейнмент» (School of Food)	➤ Smoodi - це інноваційний спосіб приготування смузі через автомати. ➤ Концепція «Соціальні Закупівлі» (Group Buying Hub) ➤ Механізм «акційних лотів» на певні категорії ➤ Концепція «Гіпер-Персоналізація» (Bio-Hacking Market) ➤ Портативний прилад для визначення вітамінного складу в продуктах харчування. ➤ Товари із-за кордону на замовлення (базовий каталог з товарами та країнами)

Площа відповідних відділів і зон розраховувалася шляхом визначення кількості та типу обладнання, необхідного для роботи такого відділу та загальної пропорції робочого місця, яке потрібно для комфортного пересування чи праці. У процесі проєктування було визначено, щонайбільше число покупців, які одночасно можуть перебувати у торгівельній залі супермаркету зі збереженням високого рівня комфортності, складає 114 особу. Супермаркет розташований над паркінгом, до якого є вихід. Під час повітряної тривоги споживачі спускаються до паркінгу із супермаркету.

Одним із фокусів економічної частини планування було врахувати, який зарплатний фонд працівників створюватиме такий бізнес та який обсяг податків



буде згенерований та переданий на баланс органів місцевого самоврядування. Під час розрахунків було визначено, що річний фонд оплати праці складає 15467,6 тис. грн, сума єдиного соціального внеску 3402,9 тис. грн, військового збору 773,4 тис. грн. Проєкт генерує значний зарплатний фонд, надаючи 32 робочих місця та забезпечуючи стабільні відрахування до державного бюджету. При виконанні планових показників товарообігу на рівні 133380 тис. грн, проєкт дозволить отримати 10576 тис. грн чистого прибутку щорічно. Необхідні для реалізації проєкту інвестиції в розмірі 20928,7 тис. грн (в т. ч. 6368,7 тис. грн власні кошти) окупляться протягом 2,73 року, що свідчить про високий рівень економічної ефективності проєкту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вагонова О. Г., Рижкова Г. А., Полуєва М. К. Особливості ритейлу в Україні. Економічний вісник Дніпровської політехніки. 2025 №2 (90).
2. Чуприна О. С., Аракелова І. О., Попова Ю. М. Розвиток вітчизняної роздрібної торгівлі: сучасні тенденції та перспективи. Економіка та суспільство. №70. 2024.
3. Височин І. Адаптивний розвиток мережевого ритейлу в умовах євроінтеграції України. Економіка та суспільство, 2023. №51.
4. Наумова Т. та ін. Трансформація ринку мережевого ритейлу України в умовах глобальних криз та війни. Економіка та суспільство. 2023. № 56.
5. **Ахтоян А. Н., Ільєнко А. В.** *Регіональні аспекти розвитку FMCG-ритейлу України у контексті маркетингових інновацій* // Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. 2025, № 20, 1-7, DOI: 10.54929/2786-5738-2025-20-04-10
6. Ямпольський О. Настрої споживачів під час війни України <https://www2.deloitte.com/ua/uk/pages/press-room/press-release/2022/ukrainians-pre-war-consumer-sentiment.html> (дата звернення 02.02.26р.)
7. Єрмакова Я. RAU Expo 2025: ключові маркери розвитку ринку ритейлу в 2024-25 URL: [RAU Expo 2025: key markers of retail market development in 2024-25](#) (дата звернення 02.02.26р.)
8. Budnikevich, I., Cherdantseva, I., Klichuk, B. (2021). Specifics of marketing research organization in the system of marketing management of retail trade networks", Economic Science. Chernivtsi National University. 1(61), 101-112, <https://doi.org/10.24025/2306-4420.61.2021.236842>
9. Г. М. Коптева, О. С. Шуміло, О. Л. Шелест. Мережевий ритейл в Україні: тенденції розвитку та структурні трансформації. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут (економічні науки). 2025р, Випуск 5, С. 56–60 <https://doi.org/10.20998/2519-4461.2025.5.56>



УДК 005.32:005.53:004.9

Сергій НЕДОРЕНКО

*здобувач третього освітньо-наукового рівня,
третього року навчання,
спеціальність 051 Економіка
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Херсон-Кропивницький*

Денис ПРИТУЛА

*здобувач третього освітньо-наукового рівня,
третього року навчання,
спеціальність 051 Економіка
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Херсон-Кропивницький*

Олександр БЕРШАДСЬКИЙ

*здобувач третього освітньо-наукового рівня,
третього року навчання,
спеціальність 051 Економіка
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Херсон-Кропивницький*

ПСИХОЛОГІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

У сучасних умовах функціонування підприємств, що характеризуються інтенсивною цифровою трансформацією та впровадженням інновацій, особливої актуальності набуває дослідження психологічних аспектів прийняття управлінських рішень. Зростання обсягів інформації, підвищення динамічності зовнішнього середовища та невизначеності зумовлюють необхідність врахування людського фактора як ключового елемента ефективного управління.

Метою дослідження є визначення та аналіз психологічних детермінант, що впливають на процес прийняття управлінських рішень на підприємствах в умовах цифрової трансформації та інноваційного розвитку, а також обґрунтування напрямів підвищення їх ефективності.

Поведінка суб'єктів управління формується під впливом комплексу внутрішніх психологічних чинників, серед яких важливу роль відіграють мотивація, сприйняття, досвід та індивідуальні атрибути особистості [1]. При цьому процес прийняття управлінських рішень не є виключно раціональним,



оскільки значна частина рішень формується під впливом емоційних реакцій та інтуїтивних оцінок.



Рис. 1. Психологічні детермінанти прийняття управлінських рішень
Джерело: візуалізовано авторами за допомогою III

Психологічні детермінанти доцільно розглядати як систему взаємопов'язаних чинників, що включають мотиваційні, когнітивні та емоційні компоненти. Мотиваційні чинники визначають спрямованість діяльності керівника та його орієнтацію на досягнення результату. Когнітивні чинники пов'язані з обробкою інформації, аналізом альтернатив та формуванням управлінських суджень, однак можуть супроводжуватися когнітивними упередженнями. Емоційні чинники впливають на рівень стресостійкості, здатність до концентрації та прийняття рішень в умовах невизначеності [2].

В умовах цифрової трансформації значно змінюється характер управлінської діяльності. Використання цифрових технологій, Big Data та аналітичних систем сприяє підвищенню обґрунтованості рішень, однак створює ризики інформаційного перевантаження та зниження якості аналітичного мислення. Як зазначається у наукових дослідженнях [1-7], цифрові драйвери трансформації бізнес-моделей істотно впливають на процес прийняття



управлінських рішень, змінюючи їх структуру та підвищуючи роль технологічних інструментів [5].

Інноваційний розвиток підприємств супроводжується зростанням рівня невизначеності та ризиків, що вимагає від управлінців високого рівня гнучкості мислення, креативності та готовності до змін. Особливу роль відіграє впровадження сучасних технологій, зокрема блокчейн-рішень, що забезпечують прозорість, надійність та ефективність управлінських процесів. У цьому контексті інновації виступають не лише технологічним, а й психологічним фактором, оскільки потребують адаптації управлінців до нових умов діяльності [6].

Практичне значення дослідження психологічних детермінант полягає у можливості підвищення ефективності управлінських рішень. Зокрема, важливими є розвиток емоційного інтелекту, формування критичного мислення, зниження впливу когнітивних упереджень та підвищення адаптивності до змін [3]. Крім того, ефективне поєднання аналітичних інструментів і психологічних підходів дозволяє підвищити якість управління та мінімізувати ризики.

Важливим аспектом є також вплив інвестиційних факторів на розвиток інноваційних технологій, що формують основу стійкого функціонування підприємств. Як показують дослідження, інвестиційна підтримка інновацій сприяє підвищенню ефективності управлінських рішень та забезпечує конкурентоспроможність підприємств у довгостроковій перспективі [7].

Водночас необхідно враховувати етичний аспект використання психологічних механізмів у процесі управління. Надмірний тиск або маніпулятивні підходи можуть призвести до втрати довіри та зниження ефективності управління.

Отже, психологічні детермінанти відіграють ключову роль у процесі прийняття управлінських рішень, особливо в умовах цифрової трансформації та інноваційного розвитку. Їх урахування дозволяє підвищити ефективність управління, зменшити рівень ризиків та забезпечити стійкий розвиток підприємств у сучасному середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Євсейцева О.С., Потеха Д.С. (2016). Психологічні аспекти вивчення поведінки споживача. Інвестиції: практика та досвід, №10. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/10_2016/8.pdf
2. Разумова Г.В., Гнатченко О.В. (2019). Психологічні механізми впливу реклами на споживача. Східна Європа: економіка, бізнес та управління, №24. DOI: 10.32782/easterneurope.24-20



3. Жук О.І. (2024). ПСИХОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ВПЛИВУ НА СПОЖИВЧУ ПОВЕДІНКУ ПОКУПЦЯ У МАРКЕТИНГУ. 10.36059/978-966-397-439-2-43.

4. Танклевська Н.С., Карнаушенко А.С. Розвиток фінансування інноваційної діяльності сільськогосподарських підприємств: монографія - Херсон: Айлант, 2015

5. Karnaushenko, A. (2025). Digital drivers of business model transformation in the circular economy paradigm. Economy in the era of digital transformation: trends, opportunities and perspectives. (pp. 27–50); Scientific Route OÜ®. DOI: 10.21303/978-9908-9706-0-8.ch2

6. Karnaushenko, A., Tanklevska, N., Povod T., Kononenko, L., & Savchenko, V. Implementation of blockchain technology in agriculture: fashionable trends or requirements of the modern economy. Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal (Q3), 2023. 9(3), с. 124-149. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.03.06>

7. Voloshchuk, V., Voloshchuk, Y., Varchenko, O., Karnaushenko, A., & Khakhula, B. Investment determinant of the sustainability of innovative technologies of energy supply in the agro-food system of Ukraine. Rivista di Studi sulla Sostenibilita, 2023, 2, с. 373–395. <https://doi.org/10.3280/RISS2022-002021>.

УДК 658:005.35:330.3(4)

Анжела НІКОЛАЄВА,

*к. е. н., доцент, доцент кафедри фінансів, банківської справи та
страхування,
Луцький національний технічний університет*

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ІНТЕГРАЦІЇ ESG-ПРИНЦИПІВ У СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ СУБ'ЄКТІВ БІЗНЕСУ

В сучасних умовах трансформації світової економіки концепція сталого розвитку поступово переходить із декларативного рівня у практичну площину діяльності суб'єктів бізнесу. Особливої уваги набуває впровадження ESG-принципів (Environmental, Social, Governance), які формують нову парадигму корпоративного управління. Європейський Союз є одним із лідерів у цій сфері, оскільки саме тут сформовано комплексну нормативну та інституційну базу, що спонукає бізнес до інтеграції принципів сталості у всі управлінські процеси.

Зростання ролі ESG зумовлене не лише екологічними чи соціальними викликами, а й економічною доцільністю. Суб'єкти господарювання, які системно впроваджують ESG, демонструють вищу стійкість, привабливість для



інвесторів та здатність до довгострокового розвитку. ESG-чинники дедалі більше впливають на інвестиційні рішення та функціонування фінансових ринків, формуючи довіру інвесторів до суб'єктів бізнесу [1].

ESG-підхід передбачає комплексне врахування екологічних, соціальних та управлінських чинників у процесі ухвалення рішень. Його особливість полягає в тому, що він виходить за межі традиційного фінансового аналізу та доповнює його нефінансовими показниками. У європейській практиці ESG розглядається як інструмент оцінки впливу компанії на довкілля та суспільство, а також як механізм виявлення ризиків і перспектив розвитку. Такий підхід дозволяє підприємствам не лише підвищити дієвість управління, але й зміцнити конкурентні позиції. Важливою рисою є те, що ESG інтегрується у стратегічне управління підприємствами, формуючи довгострокову модель створення вартості.

Європейський Союз активно формує регуляторне середовище для розвитку ESG. В основі цього процесу лежить стратегія сталого фінансування, спрямована на перенаправлення капіталу у сталий сектор економіки [2]. Окрім того, нове регулювання ESG-рейтингів націлене на підвищення прозорості та довіри інвесторів до сталих фінансових інструментів.

Європейські дослідження підтверджують, що інтеграція ESG стає невід'ємною складовою стратегічного управління підприємствами. Вона дозволяє не лише зменшити ризики, але й створити додану вартість через підвищення ефективності використання ресурсів, поліпшення репутації та зміцнення довіри стейкхолдерів. Важливою особливістю є те, що ESG у європейській практиці розглядається не як окремий напрям діяльності, а як інтегрований елемент корпоративної стратегії. Це означає, що принципи сталості проникають у всі рівні управління – від операційної діяльності до стратегічного планування.

Як інструмент оцінки ефективності підприємств та їх відповідності принципам сталого розвитку застосовується ESG-рейтингування. Зокрема, ESG-рейтинги дають змогу оцінити ризики, пов'язані з діяльністю компанії, та її вплив на довкілля і суспільство [3]. Це сприяє більш обґрунтованому прийняттю інвестиційних рішень.

Європейські фірми активно впроваджують ESG у свої бізнес-моделі. Наприклад, інвестиційні компанії інтегрують ESG-критерії на усіх етапах інвестиційного процесу – від оцінки активів до моніторингу їх ефективності. Це включає проведення екологічних аудитів, оцінку ризиків та впровадження систем звітності.

Схожий підхід демонструють і приватні інвестиційні фонди, які розглядають ESG як інструмент підвищення вартості активів. Доведено, що



компанії, які дотримуються принципів сталості, мають кращі фінансові результати та вищу капіталізацію.

Важливою тенденцією є цифровізація ESG-процесів. Сучасні підприємства використовують спеціалізовані платформи для автоматизації звітності, моніторингу показників сталості та оцінки ризиків. Такі рішення дають змогу впровадити ESG у повсякденну діяльність і посилити прозорість управління.

Європейський досвід доводить, що ефективна інтеграція ESG вимагає комплексного підходу до управління, головними механізмами якого є:

1. Включення ESG у корпоративну стратегію.
2. Формування системи ESG-індикаторів та KPI.
3. Побудова прозорої системи звітності.
4. Залучення стейкхолдерів до процесу прийняття рішень.
5. Інтеграція ESG у систему ризик-менеджменту.

Особливої уваги заслуговує управління ризиками, оскільки ESG-чинники можуть суттєво впливати на фінансову стабільність підприємств. Зокрема, кліматичні ризики, соціальні конфлікти чи проблеми корпоративного управління можуть мати значний економічний вплив.

Незважаючи на вагомі здобутки, процес впровадження ESG супроводжується низкою викликів, серед яких можна виокремити такі: складність гармонізації регуляторних вимог у різних країнах; високі витрати на впровадження систем звітності; брак якісних даних для оцінки ESG; необхідність зміни корпоративної культури та ін. Дослідження показують, що складність регуляторної бази та проблеми з якістю ESG-даних залишаються основними бар'єрами для бізнесу [2]. До того ж, європейські фірми нерідко стикаються з труднощами інтегрування ESG-показників у вже наявні бізнес-процеси, що вимагає додаткових коштів та часу. Водночас ці виклики стимулюють розвиток нових управлінських підходів і технологічних рішень, що сприяють підвищенню ефективності ESG-трансформації.

Європейський досвід має особливу цінність для України, яка прямує у напрямі євроінтеграції. Адаптація ESG-принципів може стати важливим чинником підвищення конкурентоспроможності українських підприємств.

Зокрема, впровадження європейських стандартів ESG дозволить: покращити доступ до міжнародного фінансування; підвищити інвестиційну привабливість бізнесу; забезпечити відповідність вимогам європейського ринку; сприяти сталому економічному розвитку. Особливо актуальним це є в умовах повоєнного відновлення, коли питання ефективного використання ресурсів та соціальної відповідальності набувають критичного значення.

Отже, європейська практика інтеграції ESG-принципів демонструє, що сталий розвиток стає невід'ємною складовою сучасного підприємництва. ESG



виходить за межі додаткової опції та трансформується у стратегічний важіль управління. Головними особливостями європейської моделі є: системність і комплексність підходу; потужна регуляторна база; активне використання цифрових технологій; орієнтація на довгострокову вартість. Для підприємств інтеграція ESG означає не лише відповідність сучасним вимогам, а й можливість підвищення ефективності, конкурентоспроможності та стійкості. У цьому аспекті європейський досвід може слугувати орієнтиром для формування національної моделі сталого розвитку бізнесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Environmental, social and governance (ESG) ratings: Council and Parliament reach agreement. *Council of the European Union. ESG ratings regulation*. 5 February 2024. URL: https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/05/environmental-social-and-governance-esg-ratings-council-and-parliament-reach-agreement/?utm_source
2. Silvestri Roberto and Kamerling Josina. ESG Regulatory Framework in the EU. *CFA Institute. Research & Policy Center*. 10 July 2024. URL: https://rpc.cfainstitute.org/research/surveys/2024/esg-regulatory-framework-in-the-eu?utm_source
3. European Commission. ESG rating activities. An official website of the European Union. 1 January 2025. URL: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/esg-rating-activities_en?utm_source

УДК 368.025.6

Олена НОВОСЬОЛОВА,

*к.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів, обліку та оподаткування
Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький*

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВИМОГ ДО ПЛАТОСПРОМОЖНОСТІ СТРАХОВИКІВ: МІЖНАРОДНА ПРАКТИКА ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ В УКРАЇНІ

Платоспроможність страховиків є однією з базових передумов стабільного функціонування страхового ринку, оскільки саме вона визначає здатність страхової компанії своєчасно та в повному обсязі виконувати прийняті на себе зобов'язання перед страхувальниками. У сучасних умовах значення цієї категорії суттєво зростає, що пов'язано з підвищенням



волатильності фінансових ринків, ускладненням ризикового середовища, розвитком транснаціонального страхового бізнесу та посиленням вимог до прозорості фінансової звітності. Для України ця проблематика має особливе значення, оскільки реформування національного страхового законодавства відбувається в руслі євроінтеграційного курсу та передбачає імплементацію положень Solvency II у вітчизняну регуляторну практику.

Solvency II, закріплена Директивою 2009/138/ЄС, є прикладом ризик-орієнтованої моделі. Її концептуальна основа побудована на трьох взаємопов'язаних компонентах. Перший компонент охоплює кількісні вимоги, зокрема правила оцінки активів і зобов'язань, формування технічних резервів та визначення достатності капіталу. Другий - пов'язаний із якісними вимогами і включає корпоративне управління, систему управління ризиками, внутрішній контроль та процедуру оцінки власних ризиків і платоспроможності, відому як ORSA. Третій - стосується звітності та розкриття інформації, що забезпечує прозорість функціонування страховика як для наглядових органів, так і для учасників ринку. Саме поєднання цих трьох блоків дозволяє говорити про Solvency II не просто як про норматив достатності капіталу, а як про комплексну модель регулювання фінансової стійкості страхового бізнесу.

Центральне місце в системі Solvency II займає показник вимоги до капіталу платоспроможності, або SCR. Його економічна логіка полягає у визначенні такого обсягу капіталу, який дозволяє страховій компанії з високою ймовірністю виконати свої зобов'язання протягом наступних дванадцяти місяців навіть за несприятливих обставин. Водночас у системі діє ще один нормативний орієнтир, а саме мінімальна вимога до капіталу, або MCR, яка фіксує критичний нижній поріг капіталізації. Якщо SCR відображає цільовий рівень капіталу з урахуванням профілю ризиків страховика, то MCR окреслює межу, нижче якої подальше функціонування компанії без регуляторного втручання стає неприйнятним. Solvency II також передбачає можливість використання не лише стандартної формули розрахунку капіталу, а й внутрішніх моделей за умови їх належного обґрунтування та погодження з регулятором. Це створює простір для більш точного урахування специфіки ризиків окремих страховиків, але одночасно висуває вищі вимоги до рівня управлінської та аналітичної зрілості компанії.

Після виходу Великої Британії з Європейського Союзу британський страховий ринок зберіг базову архітектуру європейського регулювання, але поступово трансформував її у власний режим Solvency UK. Ця система, з одного боку, наслідує логіку Solvency II, а з іншого, адаптує її до національних пріоритетів, серед яких особливе місце посідають стимулювання інвестиційної активності, підвищення гнучкості регулювання та зменшення надмірного адміністративного тиску. Серед ключових відмінностей Solvency UK можна



виділити зниження ризикової маржі, насамперед для страховиків життя, певне спрощення вимог до звітності для менших компаній, а також більш гнучкий підхід до інвестування в інфраструктурні активи. У британській системі, як і в європейській, зберігаються вимоги до SCR, MCR, ORSA, публічного розкриття інформації та внутрішніх моделей, однак акцент робиться на пропорційності, швидшому погодженні моделей і забезпеченні конкурентоспроможності національного ринку. Таким чином, Solvency UK є прикладом того, як базовий стандарт Solvency II може бути модифікований без втрати його фундаментальної ризик-орієнтованої сутності.

На відміну від європейсько-британської моделі, у Сполучених Штатах Америки сформувався інший підхід до регулювання платоспроможності страховиків, що базується на системі Risk-Based Capital. Особливість американської моделі полягає насамперед у децентралізованому характері страхового нагляду. Основні повноваження з регулювання діяльності страховиків зосереджені на рівні штатів, тоді як федеральний рівень виконує здебільшого координаційну та макропруденційну функції. У цих умовах важливу роль відіграє Національна асоціація страхових комісарів, яка формує уніфіковані підходи до оцінки достатності капіталу. Модель RBC спрямована на визначення мінімально достатнього рівня капіталу з урахуванням конкретних ризиків страховика. RBC Ratio визначається як співвідношення фактичного скоригованого капіталу страховика до контрольного рівня капіталу, санкціонованого регулятором. Якщо цей коефіцієнт перевищує 200%, компанія вважається фінансово стабільною і не потребує регуляторного втручання. У разі зниження показника активізуються механізми наглядової реакції, які мають поетапний характер: від вимоги подати план фінансового оздоровлення до можливості переходу страховика під прямий контроль регулятора. Отже, американська система вирізняється не лише фокусом на ризик-орієнтованому капіталі, а й чіткою градацією заходів реагування залежно від рівня фінансового ослаблення страховика. У практичному вимірі це робить RBC ефективним інструментом раннього попередження кризових явищ, хоча за глибиною регуляторного охоплення вона залишається менш інтегрованою, ніж європейська модель.

У Японії тривалий час базовим індикатором оцінки платоспроможності страховиків виступав коефіцієнт маржі платоспроможності, або Solvency Margin Ratio. Його нормативне значення становить не менше 200%, а зниження нижче цього рівня є підставою для застосування заходів раннього реагування з боку Агентства фінансових послуг Японії. Японська модель мала значення як інструмент моніторингу достатності капіталу в межах традиційного підходу до нагляду, однак сучасні виклики вимагають більш точного врахування економічної природи ризиків і реальної вартості капіталу. Саме тому з 1 квітня



2025 року в Японії запроваджено нову систему Economic Value-based Solvency Ratio, яка орієнтується на оцінку доступного капіталу та необхідного капіталу за економічною, а не лише обліковою логікою. У цьому простежується очевидна близькість до ідей Solvency II та міжнародного стандарту Insurance Capital Standard.

Запровадження ESR у Японії свідчить про глобальну тенденцію до гармонізації моделей страхового нагляду на основі ринкової оцінки активів і зобов'язань, поглибленого аналізу ризиків та ширшого використання внутрішніх моделей. Водночас японський підхід не є механічним копіюванням європейського досвіду, оскільки нова система враховує специфіку структури національного страхового ринку, де значну частку становлять малі та середні страхові компанії.

Для України проблема забезпечення платоспроможності страховиків набуває особливого значення у зв'язку з оновленням Закону України «Про страхування» та конкретизацією регуляторних вимог у підзаконних актах Національного банку України. Нова модель платоспроможності, яка формується у вітчизняній практиці, прямо орієнтується на положення Solvency II та передбачає поетапне впровадження відповідних стандартів. Із 1 січня 2024 року в Україні діє спрощений підхід до оцінки платоспроможності страховиків, а з 1 січня 2027 року має запрацювати базовий підхід. Обов'язок застосування базового підходу пов'язаний як із характером ліцензованої діяльності, так і з масштабами бізнесу страховика, включаючи обсяги валових премій, технічних резервів та операцій вхідного перестрахування. Така поетапність має важливе значення, оскільки дозволяє уникнути різкого регуляторного шоку для ринку та дає страховикам час на організаційну, методичну й технологічну адаптацію.

Сучасна українська модель встановлює вимогу до наявності прийнятного регулятивного капіталу, достатнього для дотримання нормативів платоспроможності. Регулятивний капітал визначається як різниця між прийнятними активами та зобов'язаннями страховика і розподіляється за рівнями якості капіталу. При цьому капітал платоспроможності має перевищувати як SCR, так і мінімальний капітал. У вітчизняній практиці мінімальний капітал визначається як третина SCR, але не може бути нижчим за встановлені абсолютні межі залежно від виду страхової діяльності. Така конструкція відтворює базову логіку європейського підходу, хоча поки що українська система значною мірою перебуває на етапі формування і подальшої методичної деталізації. Особливої ваги набувають питання розвитку внутрішніх процедур ризик-менеджменту, удосконалення оцінки активів і зобов'язань, підготовки звітності та підвищення професійної спроможності учасників ринку працювати в новій регуляторній парадигмі.



Отже, подальше вдосконалення вітчизняних вимог до платоспроможності страховиків доцільно пов'язувати з гармонізацією методології розрахунку SCRi MCR, розвитком процедур ORSA за запровадженням сучасних внутрішніх моделей оцінки ризиків, посиленням вимог до корпоративного управління та удосконаленням регуляторної звітності. Реалізація цих завдань сприятиме не лише підвищенню фінансової стійкості страхових компаній, а й зміцненню довіри до страхового ринку, зростанню його інвестиційної привабливості та посиленню інтеграції України до європейського фінансового простору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про страхування : Закон України від 18.11.2021 р. № 1909-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1909-20#Text>
2. European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA). (2024). EIOPA Financial Stability Report December 2024. EIOPA Report 2024.
3. Risk-Based Capital. National Association of Insurance Commissioners <https://content.naic.org/insurance-topics/risk-based-capital>
4. The regulation of insurance in Japan. *Asia Business Law Journal*. 22 November 2024 <https://law.asia/insurance-regulation-japan/>

УДК 685.31

Анастасія ОБЕЛЕЦЬ

магістр,

Антоніна БАБИЧ

к.т.н., доцент, доцент кафедри технології моди

Київський національний університет технологій та дизайну

ВПЛИВ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНО ОРІЄНТОВАНОГО ДИЗАЙНУ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО СПОЖИВАННЯ ТА АПСАЙКЛІНГУ

В період економічної нестабільності в світі серед споживачів все більше поширюється тенденція надмірного споживання товарів, як способу тимчасового покращення настрою чи задоволення потреб доступними товарами чи послугами.

Підприємства охоче підхоплюють новітні тенденції на швидку моду, часто створюючи колекції і реалізуючи їх за доступними цінами, при тому погіршуючи якість виробів. Постійне оновлення товарів та їх доступність стали основною динамікою фаст-фешн. У цій сфері споживачі почали стикатися з конфліктом між тим, щоб йти в ногу зі швидкозмінними тенденціями та подоланням економічної кризи. За дослідженнями, економічна криза має



серйозний вплив на свідомість людей та змінює їхню поведінку в складні часи [1,2].

Криза вартості життя призвела до вибуху в індустрії моди, який створює ширші негативні економічні наслідки, адже бізнес-модель фаст-фешн побудована на експлуатації як навколишнього середовища, так і людей. Попри зниження купівельної спроможності підвищується бездумне витрачання грошей в намаганнях отримати швидкий дофамін. Навіть з підвищенням продажів в цій галузі, вигоди від прибутку дуже незбалансовані. Наразі в індустрії моди та пов'язаних з нею ланцюгах поставок зайнято близько 300 мільйонів людей, а світовий дохід, згідно статистичних даних у 2021 році складав 1,55 трильйона доларів. За прогнозами, в 2026 році цей показник зросте до 2 трильйонів доларів [3].

В часи розвитку технологій та соцмереж значний вплив на споживачів мають інфлюенсери, які диктують тренди і споживання моди, часто використовують для побудови ідентичності та самореалізації. Одяг тісно пов'язаний з соціальний капіталом та приналежністю, адже люди хочуть відчувати та представляти себе стильними й модними, щоб уникати осуду зі сторони інших людей. Важливим фактором також є те, що споживачі не хочуть, щоб їх бачили в одному і тому самому одязі. Оскільки публікації в соцмережах вважаються побаченими, багато хто не хоче вдягати той самий образ другий раз і воліє щоразу з'являтися в новому, щоб була різноманітність. Відповідно, цикл модних тенденцій прискорюється, щоб спонукати покупців регулярно купувати одяг [3].

За останні кілька років вектор трендів змінився з мінімалізму в протилежну сторону. Серед молоді набирає популярності новий стиль з так званою назвою "Dopamine dressing". Образи в стилі мінімалізму втрачають свою актуальність, у споживачів сформувався запит на яскраві життєрадісні моделі одягу, як спосіб самовираження і прояву індивідуальності в стилізації комплекту.

У 2026 році мода вийшла за межі просто візуальної привабливості і охоплює глибшу мету - емоційне благополуччя. Мінімалізм почав пригнічувати споживачів в період світової економічної кризи, а дофаміновий стиль підтримує психіку людини, даруючи швидку радість, якої вона потребує. Дофамін відіграє вирішальну роль у тому, як ми відчуваємо задоволення та мотивацію [4].

Кольорові моделі цікавого крою дають споживачам той оптимізм, якого не вистачає в реаліях сьогодення. Завдяки кольорам, фактурам та формам створюється емоційний резонанс. Самовираження завжди було дуже важливим для людей, а дофаміновий одяг дозволяє все, що забажаєш, адже всі стомилися від обмежень мінімалізму.



“Dopamine dressing” підтримує споживачів психологічно, але не вирішує проблему з надмірним споживанням, навпаки, підвищуючи попит на швидкий дофамін. Через важку ситуацію в легкій промисловості паралельно в кризу розвивається феномен антиспоживання, спрямований проти придбання, використання та утилізації товарів. Будь-яка людина, яка робить вибір щодо споживання, віддає перевагу певному продукту серед іншого асортименту товарів. Обираючи позицію свідомого використання і обмежуючи витрати на покупки, споживач чинить опір нав'язаним тенденціям в світі та вносить свій вклад для покращення навколишнього середовища й впровадження змін у ставленні до сталого розвитку легкої промисловості [1,2].

Якщо є бажання слідувати трендам без шкоди для довкілля, варто звернути увагу на одяг створений за допомогою апсайклінг технологій. Адже використання залишків без додаткової переробки значно сприяє покращенню екологічної ситуації. Дофаміновий стиль переосмислюється в яскравий дизайн і дарує не тільки екологічний одяг, а й емоційний зв'язок з ним.

Одяг зараз розглядається як емоційний інструмент, який впливає на настрій та формує поведінку. Речі стали розширенням особистості і сприймаються не як просто тканина. Це частина того, ким людина себе бачить, відчуває і сприймає. У всіх є улюблені речі, які часто вдягають і з якими формується емоційна прив'язаність. Ця прив'язаність сприяє довшому використанню, меншій кількості покупок, але і необхідності ремонту виробу з часом. Якщо річ важлива, то її не викидають і апсайклінг дарує можливість перетворити улюблені речі, які втратили актуальність і не відповідають сьогоднішнім трендам на щось нове, продовживши життя в новому форматі. Емоції захоплення та радості можна інтерпретувати в іншому розумінні, отримуючи дофамін від створення нових речей з вже існуючих улюблених. Поєднуючи різні фактури, кольори та матеріали, одночасно долучаєшся не лише до тренду на дофаміновий стиль, а й до тренду на екологічну моду. Створені власноруч речі зменшують імпульсивні покупки та стимулюють екологічну поведінку, таким чином підвищується цінність речей [5].

Свідоме споживання враховує колективний добробут, збереження ресурсів, хороші умови праці та її справедливу оплату. Популяризація апсайклінгу ставить за мету змінити спосіб мислення споживачів, вкорінений у суспільстві, щоб досягти сталої моди, переосмисливши звички споживання. Вивчення поведінки споживачів дало зрозуміти, що з роками вони стали більш економічно, соціально та екологічно свідомими, що спонукає компанії пропонувати все більш стійкі альтернативи та впроваджувати екологічні колекції, щоб задовольняти групу свідомих покупців. Зі зміною в свідомості споживачів та їх очікувань змінюються й бізнес-стратегії підприємств в сторону сталого розвитку моди [6].



Зміна трендів зумовлена не тільки модою, а й економічним та психологічним факторами. Емоційне споживання стало ключовою ознакою в переосмисленні моди, однак зміна вектору з мінімалізму на дофаміновий стиль тільки підвищує показник імпульсивних покупок, які погіршують екологічну ситуацію. Варіантом вирішення цієї проблеми є використання апсайклінг технологій для створення одягу, при цьому не відстаючи від модних тенденцій на швидкий дофамін і самовираження. Це дає можливість без шкоди для довкілля відчувати емоційний зв'язок зі своїми речами і отримувати порцію радості та захоплення, які необхідні людям. Одяг створений із застосуванням таких технологій не тільки покращує ситуацію щодо навколишнього середовища, а ще й є показником унікальності особистості та її свідомої позиції в плані екології. Апсайклінг чудово вписується в нинішні тенденції на оригінальність та виділення з-поміж інших споживачів, формуючи новий тренд на розумне споживання і розвиток сталої моди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ertekin Z. O., Oflac B. S., Serbetcioglu C. Fashion consumption during economic crisis: Emerging practices and feelings of consumers. *Journal of Global Fashion Marketing*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 270–288. URL: <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1754269> (дата звернення: 21.05.2026).
2. Granskog A., Lee L., Magnus K.-H., Sawers C. Survey: Consumer sentiment on sustainability in fashion. *McKinsey & Company*. 2020. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Retail/Our%20Insights/Survey%20Consumer%20sentiment%20on%20sustainability%20in%20fashion/Survey-Consumer-sentiment-on-sustainability-in-fashion-vF.pdf> (дата звернення: 21.05.2026).
3. Ritchie E. Fast fashion: what are the true costs? *Economics Observatory*. 2025. URL: <https://www.economicsobservatory.com/fast-fashion-what-are-the-true-costs> (дата звернення: 21.05.2026).
4. Dopamine Dressing: How Colour Therapy Became 2025's Biggest Fashion Philosophy. *Fashion Capital*. 2025. URL: <https://www.fashioncapital.co.uk/insights/dopamine-dressing-how-colour-therapy-became-2025s-biggest-fashion-philosophy/> (дата звернення: 21.05.2026).
5. Chirico A. The unseen threads: reweaving fashion's future with emotional science and methodological innovation. *Frontiers in Sustainability*. 2025. Vol. 6. URL: <https://doi.org/10.3389/frsus.2025.1686093> (дата звернення: 21.05.2026).
6. Vassalo A. L., Marques C. G., Simões J. T., Fernandes M. M., Domingos S. Sustainability in the Fashion Industry in Relation to Consumption in a Digital Age.



Sustainability. 2024. Vol. 16, No. 13. Art. 5303. URL:
<https://doi.org/10.3390/su16135303> (дата звернення: 21.05.2026).

УДК: 338.2:005.33:339.1

Наталія ОЛІЙНИК

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки

Максим БОЛГАР

аспірант

Ігор МЕЛЬНИК

аспірант,

Херсонський національний технічний університет,

м. Херсон – м. Хмельницький

МІЖНАРОДНІ ПРАКТИКИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ У СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІЙ СФЕРІ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

В умовах стрімкої глобалізації та трансформації світової економіки підприємства різних галузей стикаються з необхідністю впровадження нових підходів до управління, здатних забезпечити гнучкість, ефективність діяльності та конкурентоспроможність суб'єктів господарювання. Зазначене пов'язано, насамперед, зі швидкими змінами в бізнес-середовищі, безперервним розвитком науково-технічного прогресу, зростаючою глобалізацією економічних відносин та загостренням конкуренції між суб'єктами підприємницької діяльності [1-2].

У цьому контексті управління проєктами набуває особливої ваги як інструмент, що дозволяє підприємствам успішно реалізовувати стратегічні цілі та підвищувати свою конкурентоспроможність в умовах обмежених ресурсів, а також часових і бюджетних обмежень.

Однак в Україні практика управління проєктами у соціально-економічній сфері ще значною мірою ґрунтується на VUCA-парадигмі (Volatility – мінливість, Uncertainty – невизначеність, Complexity – складність, Ambiguity – неоднозначність), тоді як сучасне бізнес-середовище вже трансформувалося й еволюціонувало до парадигми BANI (Brittleness – крихкість, Anxious – тривожність, Nonlinear – нелінійність, Incomprehensible – незрозумілість). Погоджуємося з думкою вітчизняних науковців О. П. Радченка й Ю. І. Мотуза



[3], що в умовах ВАНІ-світу поширеним є помилковий шлях пошуку «ідеальної» методології замість вирішення проблеми «розриву виконання», яка полягає в нездатності підприємства ефективно впроваджувати та інтегрувати нові практики управління. За таких умов вивчення й адаптація міжнародних практик управління проєктами у соціально-економічній сфері набуває стратегічного значення для вітчизняних підприємств.

Світовий досвід розвинутих країн свідчить, що впровадження уніфікованих методів та стандартів проєктного менеджменту створює дієві механізми виходу з кризових ситуацій. Основними міжнародними стандартами, які застосовуються для підвищення результативності управління проєктами, є:

- PMBoK (Project Management Body of Knowledge) – найпоширеніший стандарт, розроблений PMI (Project Management Institute). Він пропонує процесний підхід, визначаючи взаємозв'язки між процесами та забезпечуючи управління якістю проєкту. Стандарт визнано Американським національним інститутом стандартів (ANSI) та Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO). Стандарт PMBoK використовується у понад 200 країнах світу [4];

- PRINCE 2 (Projects in Controlled Environments) та різновид PRINCE 2 Agile – стандарти британського агентства CCTA (Central Computer and Telecommunications Agency), які поширені не лише у Великій Британії, а й у Бельгії, Нідерландах, Польщі, Сінгапурі, Австралії та ряді інших країн [5];

- P2M (Project & Program Management for Enterprise Innovation) – японський стандарт, в основі якого лежить «залізний трикутник» – складність, цінність та опір (Complexity, Value and Resistance) [6]. Стандарт P2M широко використовується в Японії в державному секторі та в бізнес-середовищі.

Для вибору оптимальної моделі управління необхідно проаналізувати переваги та недоліки міжнародних стандартів управління проєктами (табл. 1).

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика міжнародних стандартів управління проєктами у соціально-економічній сфері

Стандарт	Основна характеристика	Переваги	Недоліки
PMBoK	Звід знань з управління проєктами, що описує процеси, інструменти та області знань управління проєктами	- універсальність; - висока деталізація; - системність; - широке міжнародне визнання.	- складність впровадження; - значна формалізація; - потреба у кваліфікованих фахівцях.



Продовження таблиці 1.

PRINCE 2	Процесно-орієнтована методологія з чіткою структурою ролей та контролю	- чітка структура; - контроль на всіх етапах; - визначені ролі та відповідальність.	- бюрократичність; - низька гнучкість; - складність адаптації.
PRINCE 2 Agile	Гібридна модель, що поєднує PRINCE 2 та Agile-підходи	- висока гнучкість; - адаптивність до змін; - ефективність у динамічному середовищі.	- потребує високої кваліфікації; - складність інтеграції; - ризик втрати контролю.
P2M	Концепція управління програмами та проєктами, орієнтована на створення інноваційної цінності	- орієнтація на інновації; - стратегічне мислення; - гнучкість.	- обмежене міжнародне поширення; - складність практичного застосування.

Джерело: складено за матеріалами [4-6]

Проведений порівняльний аналіз міжнародних стандартів управління проєктами свідчить про їхню концептуальну різноманітність та різний рівень практичної орієнтації. Для управління проєктами у соціально-економічній сфері оптимальним буде комбіноване використання стандартів, що дозволяє поєднати їх сильні сторони та мінімізувати недоліки. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності управління, адаптивності до змін і, як наслідок, зміцненню конкурентоспроможності підприємства.

Імплементация перевірених світових практик управління проєктами (PMBok, PRINCE 2, PRINCE 2 Agile, **P2M тощо**) стає базовою умовою для виживання бізнесу та підвищення його конкурентоспроможності (рис. 1).

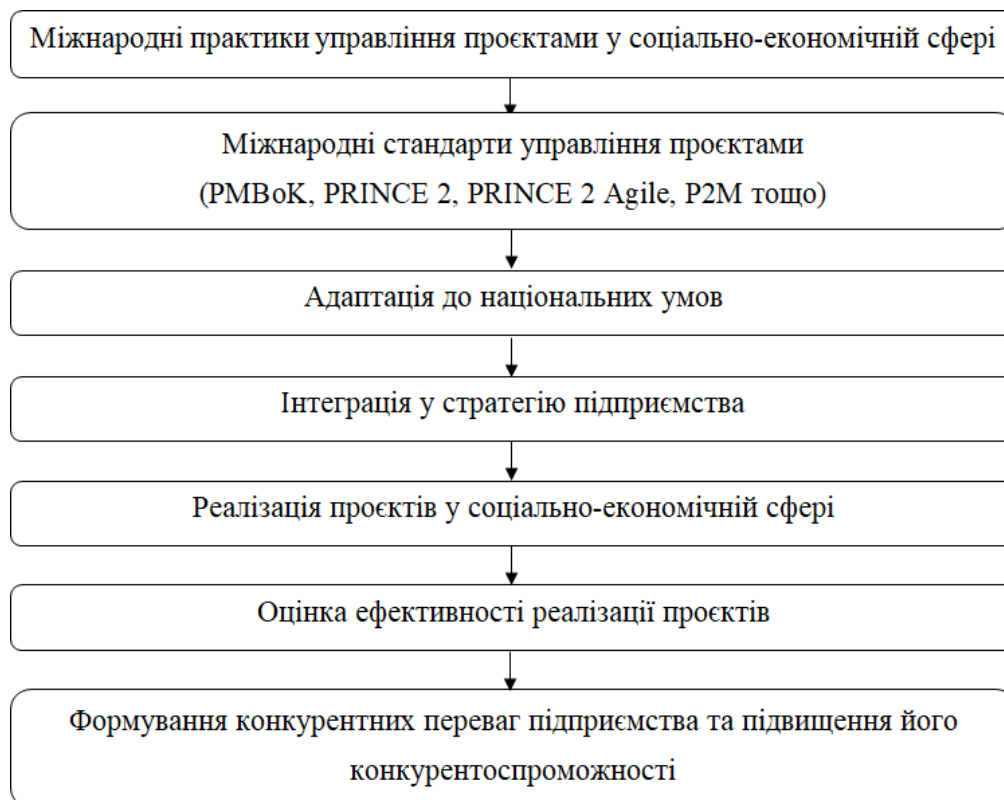


Рис. 1. Вплив імплементації міжнародних практик управління проєктами на конкурентоспроможність підприємства
Джерело: власна розробка авторів

Отже, імплементація міжнародних практик управління проєктами сприяє формуванню конкурентних переваг підприємств. Водночас необхідною є адаптація міжнародних стандартів до національних умов господарювання. Застосування міжнародних практик управління проєктами в Україні, особливо у соціально-економічній сфері, є складним процесом адаптації глобальних стандартів до специфічних національних реалій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Олійник Н. М., Болгар М. С., Михайлюк А. В. Використання інструментів поведінкової та експериментальної економіки для управління конкурентоспроможністю підприємства. *Економіка та суспільство*. 2024. № 70. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-96>
2. Oliinyk N., Smolyak O., Mykhaylyuk A., Bolhar M. Using behavioral tools to stimulate entrepreneurship and ensure its competitiveness. *Empowering*



Europe's Future through Education: Book of abstracts of the 2nd International Scientific Jean Monnet Conference 2026 (Zagreb, Croatia, January 22-23, 2026) / Dumančić, K., Rep Romić, A., & Čeh Časni, A. (Eds.). Zagreb, Croatia: University of Zagreb, Faculty of Economics & Business, 2026. P. 35-36. URL: <https://eusolis.net.efzg.hr/conference/proceedings>

3. Радченко О. П., Мотуз Ю. І. Імплементативні стратегії підвищення результативності управління проєктами в умовах БАНІ-світу. *Економіка. Фінанси. Право*. 2026. № 3. С. 55-58. DOI: <https://doi.org/10.37634/efp.2026.3.12>

4. Вербіцька І. І., Бучинська Т. В. Проєктний менеджмент – інструмент реалізації бізнес-пріоритетів міжнародних компаній. *Інноваційна економіка*. 2023. № 2 (94). С. 148-153. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2023.2.19>

5. Трегубов О. Дослідження світових практик управління проєктами. *Економіка та суспільство*. 2025. № 80. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-166>

6. Рудніченко Є., Гавловська Н., Кривдик М., Балабус Д. Розвиток стандартів з управління проєктами: міжнародний досвід. *Innovation and Sustainability*. 2023. № 1. С. 133-139. DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2023.1.133>. 139

УДК 336.02:334.72(477)

Тетяна ОСАДЧА,

*викладач-стажист кафедри фінансів, обліку та оподаткування,
аспірант кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

ФІСКАЛЬНІ СИМУЛИ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМНИЦТВА В УКРАЇНІ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Сучасний етап розвитку України характеризується високим рівнем соціально-економічної нестабільності, зумовленої військовими діями, руйнуванням виробничої та логістичної інфраструктури, міграційними процесами, зниженням інвестиційної активності та загальним посиленням ризиків для функціонування суб'єктів господарювання. За таких умов підприємництво опиняється під впливом численних дестабілізуючих чинників, що ускладнюють ведення бізнесу, знижують його фінансову стійкість і стримують ділову активність. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває пошук ефективних механізмів державного впливу, здатних підтримати



підприємницький сектор, забезпечити його адаптацію до нових реалій та створити передумови для подальшого розвитку [1, с. 117].

Підприємництво є важливим джерелом формування доходів бюджетів усіх рівнів, оскільки саме суб'єкти господарювання забезпечують надходження податків, зборів та інших обов'язкових платежів. Водночас сплата податків безпосередньо залежить від наявності у бізнесу фінансових результатів діяльності, адже для виконання податкових зобов'язань підприємство повинно мати стабільний дохід, достатній рівень прибутковості та належні умови для ведення господарської діяльності. За відсутності економічної стійкості, зниження обсягів виробництва, скорочення попиту чи погіршення інвестиційного клімату податкостроможність суб'єктів підприємництва зменшується, що негативно впливає не лише на розвиток самого бізнесу, а й на наповнення бюджету держави. Саме тому підтримка підприємництва має розглядатися не як тимчасова поступка бізнесу, а як необхідна передумова збереження та розширення податкової бази в майбутньому [2, с. 184].

У цьому контексті особливо важливого значення набувають фіскальні стимули розвитку підприємництва, які дають змогу узгодити інтереси держави та бізнесу. Їхнє призначення полягає не лише у фіскальному впливі на економіку, а й у створенні сприятливих умов для функціонування, адаптації та розширення підприємницької діяльності. У сучасних умовах фіскальні стимули набувають особливого значення як інструмент підтримки підприємництва, оскільки вони можуть не лише зменшувати податкове навантаження на бізнес, а й створювати сприятливі умови для збереження робочих місць, відновлення виробничої діяльності, активізації інвестицій та розширення економічної бази держави. Саме тому дослідження ролі фіскальних стимулів у розвитку підприємництва в Україні в умовах сучасних викликів є важливим як з наукового, так і з практичного погляду.

Фіскальні стимули можуть проявлятися через податкові пільги, спеціальні режими оподаткування, відстрочення чи розстрочення податкових зобов'язань, зниження фіскального тиску на окремі категорії бізнесу, а також через бюджетні інструменти підтримки, спрямовані на збереження економічної активності. Їх застосування сприяє підвищенню фінансової стійкості суб'єктів господарювання, стимулює ділову ініціативу, полегшує адаптацію підприємств до нестабільного зовнішнього середовища та формує підґрунтя для подальшого економічного відновлення.

Щодо доходів громадян, то податковим стимулом є наявність податкової соціальної пільги, застосування якої відповідно до законодавства дає можливість зменшити оподатковуваний дохід платнику податку на доходи фізичних осіб [3]. Також ще одним стимулюючим фактором є наявність спрощеної системи оподаткування.



За період війни в Україні одним із помітних векторів стимулювання розвитку підприємницької активності стало посилення ролі індустріальних парків у межах державної політики «Зроблено в Україні». Для учасників індустріальних парків передбачено звільнення від податку на прибуток на 10 років щодо визначених видів діяльності, які провадяться на території індустріальних парків та дотримуються встановлених вимог. До того ж, нове обладнання та комплектуючі для власного використання в індустріальному парку можуть ввозитися із звільненням від сплати податку на додану вартість та ввізного мита [4].

Ще одним напрямом фіскальних стимулів є пільговий режим для резидентів Дія.City, які застосовують знижену ставку податку на доходи фізичних осіб у розмірі 5% замість базової – 18%, яка діє в межах загальної системи оподаткування [3].

Варто також виокремити і фіскальні стимули для аграріїв на територіях ведення бойових дій. Зменшення податкового навантаження на агропідприємства сприятиме вкладання коштів на першочергові потреби для відновлення та розширення підприємницької активності [5].

Узагальнюючи, слід зазначити, що фіскальні стимули є важливим інструментом розвитку підприємництва в Україні, оскільки сприяють зниженню податкового навантаження, підтримці ділової активності, збереженню робочих місць та розширенню дохідної бази бюджету. У сучасних умовах особливого значення набуває не лише наявність таких стимулів, а й ефективність механізмів їх практичного застосування. Важливою умовою результативного розвитку підприємництва є стабільність законодавства, що забезпечує передбачуваність господарського середовища, зміцнює довіру бізнесу та створює підґрунтя для інвестиційної активності. У зв'язку з цим, удосконалення фіскальної політики має бути орієнтоване на поєднання стимулюючої функції оподаткування із завданнями економічного відновлення та зміцнення фінансової стійкості держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боровік Л. В., Осадча Т. Ю. Перспективи розвитку підприємницької діяльності в Україні в контексті державної підтримки. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені Адмірала Макарова*. 2024. № 3(496). С. 114-119. DOI: [https://doi.org/10.15589/znp2024.3\(496\).17](https://doi.org/10.15589/znp2024.3(496).17) (дата звернення: 10.04.2026).
2. Васюта В., Мехеда Я. Українське підприємництво в умовах війни. *Галицький економічний вісник*. 2025. Том 92. № 1. С. 181-186. URL: <https://galicianvisnyk.tntu.edu.ua/?art=1415> DOI:



https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2025.01.181 (дата звернення: 10.04.2026).

3. Чижова Т. В., Волкова О. В. Податкові, митні та фінансові стимули розвитку підприємництва в Україні в умовах воєнного стану. *Економіка та суспільство*. 2025. №82. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/7351>. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-82-143> (дата звернення: 10.04.2026).

4. Податкові стимули. Гайд для учасників індустріального парку. *Сайт Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України*. URL: <https://me.gov.ua/view/10583f23-a0dc-4174-83c2-53b366ed6162> (дата звернення: 10.04.2026).

5. 40% вартості техніки та обладнання компенсуватимуть аграріям на територіях поблизу бойових дій. *Офіційний сайт Національної установи розвитку*. URL: <https://bdf.gov.ua/40-vartosti-tekhniky-ta-obladnannia-kompensuvatymut-ahrrariiam-na-terytoriiakh-poblyzu-boyovykh-diy/> (дата звернення: 10.04.2026).

УДК 657.37:502

Тетяна ПІНЧУК,

к.е.н., доцент,

доцент кафедри фінансів, обліку та оподаткування

Іван СОЛОВЕЙ,

здобувач вищої освіти

Херсонський національний технічний університет, м.Хмельницький

ФОРМУВАННЯ ТА РОЛЬ ESG-ЗВІТНОСТІ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ

У сучасних умовах бізнес дедалі більше орієнтується не лише на фінансові результати, а й на екологічні, соціальні та управлінські аспекти діяльності (ESG). Особливо це стосується великих компаній, які мають значний вплив на економіку та суспільство, а відтак несуть підвищену відповідальність за дотримання принципів сталого розвитку.

Для України актуальність розвитку ESG-обліку та звітності є особливо високою. Вона зумовлена необхідністю адаптації до європейських вимог, інтеграції у міжнародний економічний простір та забезпечення прозорості бізнесу в умовах відновлення економіки. Впровадження сучасних підходів до обліку та розкриття ESG-інформації створює передумови для підвищення довіри інвесторів, зміцнення конкурентних позицій підприємств і формування основ сталого розвитку в довгостроковій перспективі [1].



Дослідження впровадження ESG-підходів у систему обліку та звітності набуває важливого значення як для науки, так і для практики. Це дає змогу краще зрозуміти ключові виклики, з якими стикається бізнес, а також окреслити можливості підвищення прозорості, відповідальності та довіри з боку зацікавлених сторін. В умовах повномасштабної війни роль соціальної відповідальності бізнесу суттєво зросла: компанії, громадські організації та інші інституції активно долучилися до підтримки держави та допомоги населенню, що ще раз підкреслило значення ESG-підходів у кризових ситуаціях.

Ключові сфери відповідального та сталого розвитку бізнесу представлені на рисунку 1 [2].

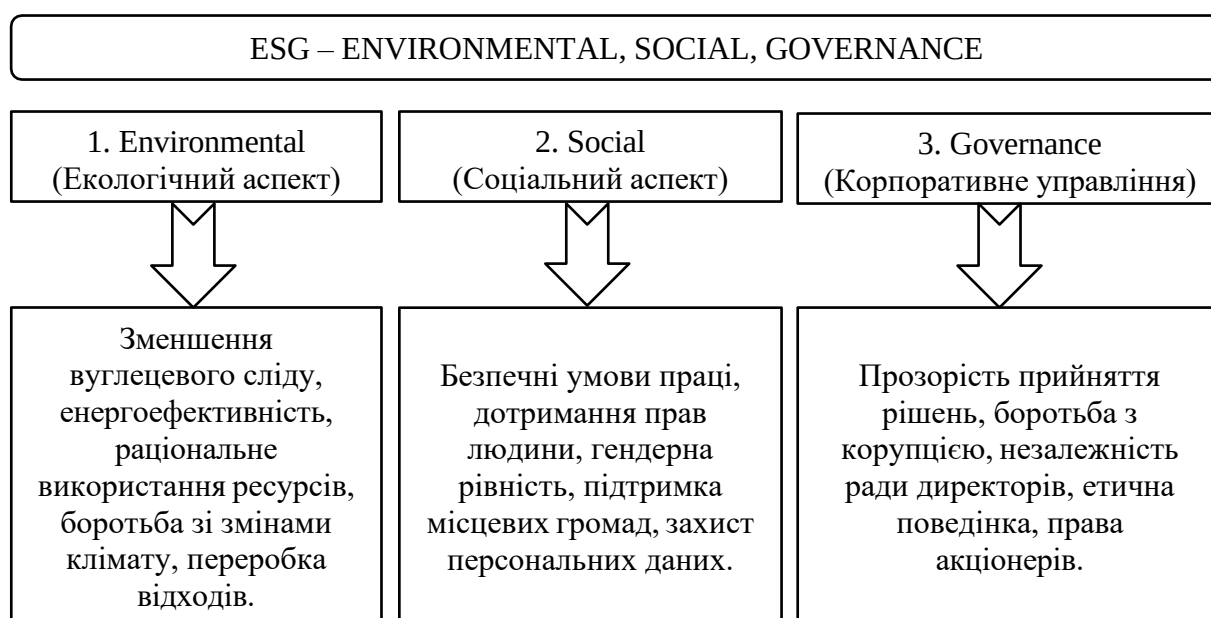


Рис. 1. Ключові сфери відповідального й сталого розвитку бізнесу*

*Примітка. Складено автором на основі джерел [1,2].

Сьогодні звітність зі сталого розвитку стала звичною практикою у світі та важливим елементом корпоративного управління. Вона допомагає підприємствам ефективніше управляти екологічними та соціальними аспектами діяльності, раціонально використовувати ресурси та підвищувати прозорість. Крім того, якісна нефінансова звітність сприяє зміцненню довіри інвесторів, покращенню репутації компаній і розширенню доступу до фінансових ресурсів.

Зростання інтересу інвесторів до нефінансової інформації стало одним із чинників розвитку ESG-звітності. Сьогодні врахування екологічних, соціальних і управлінських факторів є важливим для оцінювання ризиків і довгострокових



перспектив бізнесу. У зв'язку з цим у багатьох країнах така звітність поступово переходить із добровільної у категорію обов'язкової [3].

Впровадження ESG-принципів сьогодні є не просто реакцією на вимоги інвесторів чи громадськості, а фундаментальною стратегією. Це критичний фактор, що гарантує довгострокову життєздатність бізнесу, відкриває шлях до вигідного фінансування та зміцнює репутаційний капітал, безпосередньо впливаючи на зростання ринкової вартості компанії.

Попри те, що ESG часто ототожнюють із корпоративною соціальною відповідальністю (CSR), ці поняття не є тотожними. CSR переважно зосереджується на соціальних ініціативах, тоді як ESG охоплює ширший комплекс факторів, які безпосередньо впливають на інвестиційну привабливість компаній.

У Європейському Союзі (ЄС) вже сформовано комплексну систему регулювання ESG-звітності, яка включає такі ключові документи, як NFRD, CSRD, ESRS, SFDR та таксономію ЄС. Важливим етапом стало впровадження директиви CSRD, що встановлює нові вимоги до звітності зі сталого розвитку.

В лютому 2026 року в ЄС був прийнятий Пакет Omnibus I, який вніс суттєві зміни до порогових критеріїв обов'язкового звітування, скоротивши кількість зобов'язаних компаній та адаптувавши вимоги до реалій бізнесу.

Наразі під обов'язкове звітування ESG-звітності підпадатимуть підприємства, які мають понад 1000 працівників та отримують річний дохід понад 450 млн.євро. Термін першого звітування перенесено на 2028 рік (за результатами 2027 року). За оцінками Офісу зеленого переходу, під нові критерії підпадатимуть понад 330 українських компаній. Це стосується насамперед компаній, що провадять діяльність в ЄС або мають там дочірні структури та філії.

В Україні система регулювання ESG-звітності перебуває на етапі становлення та поступово адаптується до європейських вимог. У 2024 році ухвалено низку стратегічних документів, зокрема Національний план з енергетики та клімату та Стратегію запровадження звітності зі сталого розвитку до 2030 року, яка передбачає поетапне впровадження обов'язкової звітності, а також розроблення національних стандартів на основі європейських підходів [4].

З метою реалізації зазначених стратегічних напрямів Міністерство фінансів України 7 лютого 2025 року оприлюднило проект Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» щодо впровадження звітності зі сталого розвитку».

Попри наявний прогрес, нормативно-правове поле ESG в Україні все ще характеризується низкою проблем, зокрема фрагментарність, відсутність єдиної методології, недостатня обов'язковість, кадрова невідповідність.



ЛІТЕРАТУРА

1. Птащенко Л. О., Кудря М. В. Підходи щодо забезпечення діяльності підприємств на засадах сталого розвитку. *Ефективна економіка*. 2024. № 8. 20 с. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.8.32>
2. Коваль Н. І., Слободянюк С. А. Трансформація системи обліку й звітності під впливом ESG-пріоритетів і розвитку корпоративних структур: теоретичний аспект. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2025. № 1 (71). С. 145-158. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2025-1-10>
3. Павліха Н. В. Впровадження ESG та корпоративної соціальної відповідальності у контексті циркулярної економіки: моніторинг ефективності та проблеми прозорості. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 68. 6 с. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-22>
4. Коваль Н. І., Слободянюк С. А. Розвиток корпоративних структур та їхній вплив на організацію обліку і звітності. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 6. С. 95-101. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.6.95>

УДК: 141.201:008.2:62:316.323.73

Оксана ПЛАКСІНА,
к. філос. н., доцент, доцент кафедри філософії
Український державний університет науки та технологій
м. Дніпро, Україна

ДИНАМІКА ТЕХНІКИ І СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА: ЗАКОНОМІРНОСТІ ЇЇ РОЗГОРТАННЯ І СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИЙ ЗРІЗ

Сталий розвиток суспільства (далі - СРС) є міждисциплінарною проблемою сучасності, вона поліаспектна: внаслідок бурхливого зростання світової економіки та населення наблизилися до критичного межі виснаження біосфери, перенаселеність Землі, соціальна дисгармонія та напруженість. Актуальність цієї проблеми зафіксували постанови урядів, наукові програми та Організація Об'єднаних Націй, зокрема, в резолюції [1], що проголошує 2024-2033 роки Міжнародним десятиліттям наук на користь сталого розвитку. Тому наше дослідження актуально і метою його є удосконалення уявлень про забезпечення сталості розвитку суспільства як системи.



Проблема СРС певним чином перегукується з темою даної конференції. По ній уточнимо те, що, на нашу думку, синергія науки і бізнесу - ніяк не генеральна лінія історії соціуму, а ряд успішних проєктів. Дані сфери діяльності мають певні точки перетину, проте суть та цілі їх різняться. У науки це – відкриття істини, одержання нового знання. У бізнесу – створення виробництва («справи–діла») та отримання прибутку і надприбутків. Не всі науково-технічні відкриття знаходять застосування у виробництві, господарстві; а ті, що знаходять – не блискавично-швидко, а з певним часовим інтервалом. Отже, низка випадків, фактів взаємодії бізнесу / виробництва, з одного боку, та науки і техніки – з іншого, мають місце у житті. Торкнемося цього далі.

В Єгипті в I в. до н. е. винахідник Герон створив еолепіл, своєрідну парову турбіну. Вона запускала механізм, здатний на відстані відкривати важкі двері храму. Це відкриття відбулося за чималою кількістю інших (Ф. Бродель [2, с. 57]), які «антисинергізувалися» з тодішнім «бізнесом». Винаходи йшли групами, але Давнє суспільство не стало навіть доіндустріальною цивілізацією, не кажучи вже про індустріальну. «Вина» за це лежить на рабовласницькому соціально-економічному ладі, який давав світу необхідну для виробництва речей і дуже дешеву робочу силу. Натомість через 18 ст. і пізніше парова машина Уатта, двигун внутрішнього згоряння, електрика, автоматизація, комп'ютерна техніка та мережа Інтернет й інші інновації – синергізувалися, вписалися у виробництво. В наявності зв'язок розвитку суспільства та динаміки техніки. Прояснимо закономірності розгортання їхньої кореляції.

Однією із закономірностей (1) є прискорення темпів прогресу обох феноменів – як суспільства, і техніки протягом історії. Те, що техніка стимулює прогрес суспільства та впливає на прискорення темпів його розвитку, як і потужний зворотний вплив з боку соціальних та економічних елементів на роль технічних феноменів у соціумі, було викладено у статті [2, с. 56-57, 59-60]. Прискорення ж темпів прогресу техніки є одним з проявів зростання темпів суспільного прогресу, яке визначається зростанням темпів розвитку об'єктів у міру ускладнення їх організації. Чим складнішу структуру має система, тим вона знаходиться на вищій стадії свого розвитку. Ассимілюючи досягнення попереднього розвитку, починаючи свою еволюцію з більш ґрунтовної бази, вона природно має більш багату основу і тому – швидкіші темпи цього розвитку.

В наш час прискоренню технічного прогресу сприяє скорочення часового інтервалу між відкриттям або винаходом та їх технічним застосуванням. Раніше відкриття нових явищ у природознавстві отримували своє відображення у техніці через десятиліття або навіть століття. Нині часовий розрив між відкриттям або винаходом та їх практичним застосуванням стає дедалі меншим. Якщо між винаходом паперу та його практичним використанням пройшло 1000



років, то для фотографії – близько 100 років, парової машини – 80 років, телефону – до 50 років, радіо – близько 25 років, телебачення – 5 років (див. [3, с. 102]) і т. д.

Іншою закономірністю (2) є те, що, будучи цілісним соціальним організмом, системою, суспільство забезпечує у собі протікання розвитку різних галузей і видів техніки у взаємозв'язку та взаємодії. Люба нова галузь техніки своєю появою викликає своєрідну реакцію і тягне за собою послідовний ряд змін у багатьох інших галузях. Підвищення продуктивності машин на одній ділянці викликає необхідність технічного переозброєння інших ділянок; виділяються передові та відстаючі галузі техніки та виробництва в цілому. Взаємозалежність окремих галузей виробництва у складі суспільства вимагає ліквідації відмінностей у технічному рівні, що викликає постійну необхідність підтягування відстаючих галузей до передових. Цей взаємозв'язок різних галузей виробництва – елементів усередині суспільства як цілого - на основі нових технічних досягнень відбувається безперервно, і становить (2) закономірність розгортання кореляції суспільства та техніки.

Яскравою ілюстрацією її є Maglev – вид високошвидкісного наземного транспорту, що застосовує магнітну левітацію. Необхідність забезпечення його функціонування вплинула на інші галузі техніки і промисловості в цілому, на галузі науки. Так, матеріалознавству треба було розробити легкі, але міцні матеріали для обшивки вагонів; матеріали для магнітів з великою силою – нові, чистіші сплави; більш міцні бетонні суміші для естакад та ін. Електротехніці було необхідно створити перемикачі, їх раніше не було, – які здійснювали би швидкодіючі перемикання і витримували великі струми. МАГЛЕВ стимулював розвиток хімії, металургії, енергетики – у тому числі фотоелектричних енергосистем (див. [4]), радіоелектроніки (НВЧ-апаратури), автоматики, засобів математичного й комп'ютерного моделювання для систем управління та ін.

Насамкінець проакцентуємо синергетичний вплив транспортно-енергетичного кластера на основі проривних технологій на СРС загалом та соціально-економічну сферу. Внаслідок більш високих експлуатаційних швидкостей та скорочення часу обороту рухомого складу при рівних обсягах перевезень, а також завдяки зниженню витрати енергії на подолання тертя технологія магнітної левітації має більшу економічну доцільність у порівнянні з рейковими високошвидкісними транспортними засобами в порівнянні суми витрат «будівництво + експлуатація». За результатами досліджень [5; 6] вартість будівництва 1 км магнітолевітаційної лінії обходиться в \$ 18 млн. За даними компанії «Siemens» 1 км двоколісного полотна на високошвидкісних шляхах з технологією «колесо-рейка» складає: від 31 млн. євро у «ICE», Франкфурт – Кельн, Німеччина – до 46 млн. євро у «Shinkansen Taiwan», Тайвань. Це спростовує думку про непомірну вартість транспорту на



магнітному підвісі. Впровадження останнього означає перехід до економічно більш ефективного та екологічно нешкідливого виду сполучень, що забезпечує як транспортні, так і народногосподарські переваги: електроенергетика МАГЛЕВА від сонячних панелей; зростання та прогрес транспорту, логістики, робочих місць, та ін.

На жаль, у сучасній українській державі витрати на науку урізалися з 1991 р., і в 2018 р. доведені до 0,21% державного бюджету. Серед зайнятого населення країни вчені становили 0,49%, що втричі менше 1998 р. Цей показник у Фінляндії в 2018 р. дорівнював 3,27%, в Туреччині – 0,68%, тобто в 1,5 рази більше, ніж в Україні [7, с. 171]. Таке мікроскопічне фінансування науки з боку держави результується в тому, що бізнесу нема з чим і з ким синергізуватися. Тоді як, зокрема, будівництво магнітолевітаційної транспортної лінії дозволило б опанувати проривну технологію, дало поштовх розвитку високотехнологічних виробництв у багатьох галузях промисловості і науки України. І таких науково-технічних розробок, створених вітчизняними вченими, чимало.

Таким чином, мету роботи досягнуто, отримано нові знання про механізми функціонування суспільства та забезпечення сталості його розвитку як системи. Виділено дві закономірності, що характеризують розгортання динаміки техніки та СРС. Саме друга закономірність надає збалансованості руху суспільства, працює на сталість його розвитку, результується в прогресі.

Показано, що окремі технології можуть існувати десь задовго до того, як вони стали взаємопов'язаними та взаємопідтримуючими елементами нових технологічних систем, але застосовувалися в тих колишніх умовах лише епізодично та широко не поширилися. Ніякі технічні пристрої та досконалі технології не поширюються у господарстві до того часу, поки всі елементи економіки готові прийняти його. Нові технічні нововведення стають реальністю, пробивають собі шлях лише при реорганізації всієї системи господарювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. *An International Decade of Sciences for Sustainable Development* (2023). URL : <https://www.iybssd2022.org/en/an-international-decade-of-sciences-for-sustainable-development/>
2. Плаксіна, О. (2024). Взаємодія науково-технічного та соціального прогресу і феномен сталого розвитку суспільства. *Грані*, 27 (1), 52-63. <https://doi.org/10.15421/172407>
3. Плаксіна, О. (2025). Місце техніки у системі сталого розвитку сучасного суспільства. *Грані*, 28(2), 94-105. <https://doi.org/10.15421/172544>



4. Дзендзерський, В., Плаксін, С., Толдаєв, В. & Шкіль Ю. (2019). *Інтеграція магнітолевітаційної магістралі та розподіленої сонячної електростанції*. К.: Наукова думка.
5. Himanshu Harilal Jaisal (2020). Super Maglev Trains. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 10(10), 614-620. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.10.10.2020.p10678>
6. Wenk, M., Klühspies, J., Blow, L., Kircher, R., Fritz, E., Witt, M. & Hekler, M. (2018). Maglev: Science Experiment or the Future of Transport? Practical Investigation of Future Perspectives and Limitations of Maglev Technologies in Comparison with Steel-Wheel-Rail. *The International Maglev Board, Germany Research Series*, 1, 44.
7. Шульга, М. (2018). *Збій соціальної матриці: монографія*. Київ: Інститут соціології НАН України.

УДК 658:339.5:330.131.7

Альона ПЛЯСКІНА,
к.е.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму,
Херсонський національний технічний університет
Владислав БАКЛАНОВ,
здобувач 4 Мзд,
Херсонський національний технічний університет

РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЗЕД ЗАВДЯКИ ЛІДЕРСЬКИМ КОМПЕТЕНЦІЯМ МЕНЕДЖЕРІВ

На основі реалій сьогодення, ідентифікації ключових глобальних ризиків, пропонуємо комплексну стратегію на основі цифровій трансформації бізнес-процесів. Ключовим інструментом реалізації цієї стратегії є перехід від фрагментарного «ручного» управління до регламентації та автоматизованої системи. Аналізуючи внутрішні ресурси та зовнішнього середовища структуруємо стратегію за чотирьома стратегічними векторами (довгостроковими напрямками розвитку): автоматизація документообігу, впровадження модуля логістичного контролю, провадження CRM-системи, удосконалення процедур комплаєнсу.

1. Автоматизація документообігу та контроль термінів. Наприклад, для мінімізації ризиків відхилення від валютного законодавства та спрощення митних процедур пропонується налагодження автоматизованих сценаріїв (тригерів) у межах CRM-системи:



- Автоматичне створення документів: налаштування шаблонів для автоматичного формування первинних документів ЗЕД (Інвойс, Пакувальний лист, Специфікація, Договір поставки) на основі даних картки клієнта. Це нівелює ризики помилок при ручному введенні реквізитів та кодів ТН ЗЕД.

- Контроль граничних строків розрахунків: Впровадження системи автоматичних нагадувань (сповіщень) для фінансового відділу та менеджерів ЗЕД за 30, 15 та 5 днів до спливу граничного терміну розрахунків (365 днів згідно з постановами НБУ). Це дозволить уникнути штрафних санкцій за порушення валютного контролю, які можуть сягати значних сум [1].

2. Впровадження модуля логістичного контролю (Control Tower) та оптимізація транспортних договорів. Виходячи з практичного досвіду супроводу транскордонних вантажів, базового функціоналу стандартної CRM-системи може бути недостатньо для повноцінного нівелювання логістичних ризиків. Пропонується інтегрувати в архітектуру управління спеціальний логістичний модуль “Logistics Control Tower”, що дозволить: автоматизувати контроль крос-докінгу в портах та автоматичної генерації доручень на оформлення транзитної декларації; впровадити електронні чек-листи якості.

3. Впровадження спеціалізованої CRM-системи для товарного бізнесу. Наприклад, для гуртового продажу пакувальних матеріалів, імпорту сировини, наявності складів закордоном, доцільніше є впровадження CRM-системи українського походження, яка адаптована до умов електронної комерції та B2B-продажів на основі порівняльного аналізу функціоналу провідних систем KeyCRM, SalesDrive, KeepinCRM. Це дозволяє агрегувати в одному вікні всі комунікації з клієнтами. Для менеджерів ЗЕД це означає збереження повної історії домовленостей з іноземними партнерами, навіть у разі зміни персоналу. Також підтримується мультивалютність та синхронізація складських залишків між територіальними складами. Вбудовані модулі автоматично генерують ТТН та відстежують статус вантажу безпосередньо в картці замовлення. Це надає можливість створення єдиного інформаційного простору, скорочення часу на обробку одного замовлення за рахунок автоматизації рутинних дій.

4. Удосконалення процедур комплаєнсу та управління ризиками. З метою захисту інтересів підприємства при укладанні контрактів з новими контрагентами (особливо в умовах виходу на ринки ЄС), необхідно інтегрувати процедури перевірки надійності партнерів у бізнес-процес укладання угоди.

Інтеграція з реєстрами даних: використання API-інтеграції CRM із сервісами перевірки контрагентів (наприклад, YouControl або Opendatobot). Це дозволить автоматично отримувати досьє на контрагента (судова історія, наявність податкового боргу, санкційні списки) при створенні картки клієнта.

Модернізація контрактної бази: деталізувати форс-мажорні застереження (включивши ризики блекаутів, блокування кордонів) та ввести валютні



застереження, що передбачають перерахунок ціни товару у разі суттєвого коливання курсу валют на міжбанківському ринку.

Алгоритм імплементації запропонованих заходів можна поділити на етапи:

1. Початкова (спланована) фаза: аудит бізнес-процесів, формування технічного завдання на налаштування CRM та логістичного модулю, вибір підрядника-інтегратора.

2. Фаза практичної реалізації: налаштування системи KeyCRM і логістичного модулю, імпорт бази даних контрагентів та номенклатури, інтеграція з телефонією (Binotel) та месенджерами, навчання персоналу (менеджери, логісти, бухгалтерія).

3. Фаза стійкості: тестова експлуатація, виправлення помилок, налаштування аналітичних дашбордів для керівництва.

Таким чином, реалізація цих заходів дозволить перейти на швидко-якісний рівень управління контрактною діяльністю. Автоматизація процесів через CRM-систему та логістичний модуль забезпечить прозорість операцій, знизить операційне навантаження на персонал, мінімізує ризики «людського фактора». Посилення процедур перевірки контрагентів та контроль валютних термінів стануть фундаментом для фінансової безпеки підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національний банк збільшує граничні строки розрахунків для деяких експортних операцій URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/natsionalniy-bank-zbilshuye-granichni-stroki-rozrahunkiv-dlya-deyakh-eksportnih-operatsiy>

2. Ліга Закон, Які ризики можуть бути приховані в ЗЕД-контрактах та як їх оминати. URL: https://biz.ligazakon.net/aktualno/14867_yak-riziki-mozhut-buti-prikhovan-v-zed-kontraktakh-ta-yak-kh-ominuti

3. Cemson Logistics, Challenges and Risks of Contract Logistics. URL: <https://cemsonlogistics.com/risks-of-contract-logistics/>

4. Gudhub, Огляд найкращих CRM для бізнесу. URL: <https://gudhub.com.ua/blog/marketing/ohlyad-naykrashchychkh-crm-dlya-biznesu/>

5. Key CRM. URL: <https://keycrm.app/>

6. CRM Statistics 2026. URL: <https://wavecnct.com/blogs/news/crm-statistics>

УДК 330.322.021:620.9:001.895:502.131.1

Сергій ПОДОСИННИКОВ,
аспірант, Сумський державний університет, м. Суми, Україна



ПЛИВ ДЕРЖАВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ RD&D-ІНВЕСТИЦІЙ НА ФОРМУВАННЯ ТА ФІНАНСУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ СТАРТАПІВ

Державні інвестиції у дослідження, розробки та демонстрацію (Research, Development and Demonstration – RD&D) в енергетичному секторі є одним із ключових інструментів інноваційної політики, спрямованої на прискорення енергетичного переходу та формування сприятливого середовища для зеленого підприємництва. За даними Міжнародного енергетичного агентства (IEA), глобальні державні витрати на енергетичні RD&D досягли рекордних рівнів, що відображає стратегічний пріоритет урядів щодо декарбонізації та технологічної безпеки. Водночас механізми трансмісії цих інвестицій на рівень стартап-екосистеми залишаються недостатньо дослідженими [5; 8].

Державні RD&D-інвестиції впливають на розвиток зелених стартапів через кілька взаємопов'язаних каналів. Перший – канал технологічної пропозиції: фінансування фундаментальних та прикладних досліджень в університетах і науково-дослідних інститутах генерує нові технологічні рішення, які стають основою для створення спін-оф компаній та технологічних стартапів. Між обсягами державного фінансування енергетичних НДДКР та кількістю патентних заявок у сфері чистої енергетики існує статистично значущий позитивний зв'язок із певним часовим лагом, що формує технологічну базу для підприємницької діяльності [2].

Другий канал – сигнальний: значні державні інвестиції в енергетичні RD&D виступають сигналом для приватного сектору про стратегічні пріоритети уряду та довгострокову перспективність зелених технологій. Це знижує невизначеність для приватних інвесторів (бізнес-ангелів, венчурних фондів, корпоративних інвесторів) та стимулює їхню активність у фінансуванні ранніх стадій зелених стартапів. Емпіричні дані підтверджують ефект витіснення: збільшення обсягів державних RD&D-інвестицій у відновлювану енергетику стимулює зростання приватних інвестицій у стартапи у сфері чистих технологій [6].

Третій канал – інфраструктурний: державні RD&D-програми часто передбачають створення дослідницької інфраструктури (лабораторій, тестових полігонів, демонстраційних майданчиків), яка згодом стає доступною для стартапів, знижуючи їхні витрати на розробку та тестування прототипів. Цей канал є особливо важливим для енергетичних стартапів, де вартість створення лабораторного та демонстраційного обладнання (наприклад, вітрових тунелів, фотовольтаїчних тестових стендів, систем зберігання енергії) значно перевищує можливості типового раннього фінансування [1; 7].

Четвертий канал – канал людського капіталу: RD&D-програми готують висококваліфікованих дослідників та інженерів, частина яких згодом стає



засновниками або ключовими працівниками зелених стартапів. Університетські дослідницькі групи, що працюють на державних грантах у сфері чистої енергетики, формують кадровий резерв для підприємницького сектору. Країни з вищими обсягами енергетичних RD&D демонструють більшу частку стартапів, заснованих вченими та інженерами [3].

Водночас ефективність RD&D-інвестицій залежить від низки інституційних та структурних факторів. У країнах з нерозвиненими механізмами трансферу технологій з науки в бізнес, слабкою системою захисту інтелектуальної власності та відсутністю спеціалізованих програм акселерації знання, генеровані за рахунок державних коштів, часто залишаються в академічному середовищі, не трансформуючись у підприємницькі ініціативи. Так званий «європейський парадокс» – високі наукові результати при слабкій комерціалізації – особливо виражений у сфері енергетичних інновацій [4].

Аналіз структури державних RD&D-інвестицій свідчить, що їхній вплив на стартап-екосистему залежить не лише від загального обсягу, а й від розподілу між технологічними напрямками та стадіями інноваційного процесу. Інвестиції у прикладні розробки та демонстраційні проєкти мають більший безпосередній вплив на створення стартапів, тоді як фундаментальні дослідження формують довгострокову технологічну базу. Збалансований портфель RD&D-інвестицій, що поєднує підтримку фундаментальної науки з фінансуванням демонстраційних проєктів та комерціалізації, є найбільш ефективним для розвитку підприємницької екосистеми.

Для України, яка перебуває в процесі енергетичної трансформації в умовах воєнного часу, питання ефективності державних інвестицій в енергетичні НДДКР набуває особливого значення. Обмежені бюджетні ресурси вимагають максимальної віддачі від кожної вкладеної гривні, що можливо лише за умови створення ефективних мостів між наукою та підприємництвом у сфері ВДЕ. Пріоритетними напрямками є: розбудова механізмів технологічного трансферу, співпраця університетів з промисловістю, розвиток програм фінансування проєктів на етапі попередньої демонстрації (proof-of-concept) та інтеграція у європейські програми енергетичних НДДКР.

Таким чином, державні енергетичні RD&D-інвестиції є потужним, але недостатнім самостійним інструментом розвитку підприємницької екосистеми зелених стартапів. Їхня ефективність визначається якістю інституційного середовища, розвиненістю механізмів комерціалізації, збалансованістю інвестиційного портфелю та наявністю комплементарних заходів підтримки підприємництва у сфері ВДЕ.



ЛІТЕРАТУРА

1. Gondauro D., Chedia N. Integrated Application of Navier–Stokes, Ricci Flow, and EVA Frameworks for Modelling Systemic Risks, Shock Scenarios, and Resilience to Socioeconomic Challenges: The Case of Critical Railway Corridors. SocioEconomic Challenges. 2025. Vol. 9 (4). P. 12–24.
2. Hua-Tang Y., Jun W., Chun-Ping C. Going green with artificial intelligence: The path of technological change towards the renewable energy transition. Oeconomia Copernicana. 2023. Vol. 14 (4). P. 1059–1095. DOI: 10.24136/oc.2023.032
3. Manaf B., Djakons D., Bilokon D. The Impact of Chinese Foreign Direct Investment on US Industry. Financial Markets, Institutions and Risks. 2025. Vol. 9(2). P. 1–34.
4. Neverauskienė L., Dirma V., Danilevičienė I., Gudelytė-Žilinskienė L., Tvaronaviciene M. How investments into renewable sources affect economic development: A case of the EU countries. Journal of international studies. 2025. Vol. 18(4). P. 243. DOI: 10.14254/2071-8330.2025/18-4/12
5. Popescu G. H., Fortea C., Nica E., Antohi V. M., Andrei J. V., Szpilko D. Investments in the green transition and their impact on economic growth and competitiveness in the European Union. Oeconomia Copernicana. 2025. Vol. 16 (4). P. 1665–1725. DOI: 10.24136/oc.3963
6. Șerban R.-A., Mihaie D. M., Țichindelean M., Ogorean C., Herciu M. Factors of sustainable competitiveness at company level: a comparison of four global economic sectors. Journal of Business Economics and Management. 2023. Vol. 24(3). P. 449–470. DOI: 10.3846/jbem.2023.19478
7. Šlander-Wostner S., Križanič F., Vojinovic B. Endogenous Growth Factors and Economic Development: An In-depth Analysis of the Impact of Investments in R&D and Human Capital on Total Factor Productivity and Export Dynamics. Engineering Economics. 2025. Vol. 36(2). P. 255–267. DOI: 10.5755/j01.ee.36.2.35715
8. Yun Qian Z. The Impact of Energy Transition and Eco-Innovation on Environmental Sustainability: A Solution for Sustainable Cities and Communities of Top Ten Asian Countries. Engineering Economics. 2023. Vol. 34(1). P. 32–45. DOI: 10.5755/j01.ee.34.1.32161

УДК 004.738.5

Ігор ПОНОМАРЕНКО,
к.е.н., доцент, доцент кафедри маркетингу,
Державний торговельно-економічний університет, Київ



МОНІТОРИНГ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Цифровізація маркетингових комунікацій у ХХІ столітті стимулює компанії розробляти специфічні стратегії впливу на цільову аудиторію, що сприяють досягненню високого рівня лояльності у довгостроковій перспективі. Для представників поколінь Y, Z та Альфа соціальні мережі відіграють ключову роль в Інтернет, оскільки використовуються на постійній основі для взаємодії з іншими користувачами та компаніями в процесі задоволення різноманітних потреб.

До найбільш популярних соціальних медіа в глобальному масштабі та на рівні України відносяться YouTube, Facebook, Instagram, TikTok та ін. Для компаній представлені платформи є важливим елементом комунікацій, що інтегруються в комплексні маркетингові стратегії та дають можливість на постійній основі управляти репутацією брендів. Привернення уваги цільової аудиторії та підтримка високого рівня лояльності забезпечуються завдяки використанню релевантного контенту. Поряд з цим, користувачі створюють власний контент, який у багатьох випадках взаємопов'язаний з відповідними брендами або впливає на бізнес-моделі компаній.

Значна кількість брендів для оцінювання ефективності власних маркетингових стратегій та ідентифікації настроїв підписників в соціальних медіа використовує сучасні інструменти веб-аналітики [1-3]. На основі налаштованої системи метрик відбувається постійний моніторинг у відповідних соціальних мережах та проводиться аналіз отриманих результатів. Слід відзначити, що представлений підхід характеризується певною обмеженістю, оскільки значна кількість реакцій цільової аудиторії в процесі соціальних комунікацій відбувається завдяки використанню візуалізованого контенту. Традиційні інструменти веб-аналітики не мають можливості всебічно аналізувати розміщений фото- та відеоконтент, відповідно, компанії не мають можливості ідентифікувати значущі зміни у поведінці та реакціях користувачів. Внаслідок неповної інформації виникають ризики несвоєчасних реакцій на негативні явища, що потенційно призводить до зниження ефективності маркетингових стратегій у соціальних медіа та можуть з'явитись репутаційні загрози для брендів.

Значну кількість даних щодо ефективності у цифровому середовищі конкуренти приховують як комерційну таємницю, що сприяє формуванню переваг порівняно з іншими учасниками ринку. Специфіка взаємодії із цільовою аудиторією передбачає розміщення на постійній основі релевантного фото- та відеоконтенту для підтримки уваги підписників, а також стимулювання реакцій у вигляді лайків, коментарів та графічних об'єктів.



Зазначена особливість може бути використана для проведення конкурентного аналізу та отримання цінної інформації про специфіку комунікацій між іншими учасниками ринку та цільовою аудиторією.

Для обробки фото- та відеоконтенту на даному етапі розвитку використовується міждисциплінарна галузь штучного інтелекту – комп’ютерний зір, яка охоплює методи аналізу, інтерпретації та розуміння візуальної інформації засобами обчислювальних систем. Еволюція представлених підходів та їх активне використання в практичній діяльності пов’язані з появою потужних хмарних сервісів та високопродуктивних алгоритмів машинного навчання (YOLOv11/v12, RF-DETR, Vision Transformer, SAM 2, CLIP, Mask R-CNN) [4]. Для збору візуалізованого контенту використовується середовище розробки (API), яке наявне для кожної з тематичних соціальних мереж. Необхідно відмітити, що в кожній з соціальних медіа наявні специфічні правила щодо збору та використання фото- та відеоконтенту, дотримання яких є обов’язковим та дає можливість на законних підставах збирати комплексну візуалізовану інформацію та метадані (геолокацію, дату та час публікації, тип пристрою, хештеги, кількість лайків/коментарів, ідентифікатор користувача тощо) у вигляді електронної таблиці.

До основних напрямів використання комп’ютерного зору для обробки фото- та відеоконтенту з соціальних мереж згідно маркетинговими цілями відносяться:

1. Ідентифікація та розпізнавання об’єктів. Виявлення в автоматичному режимі товарів, елементів фірмового стилю та ін. з метою аналізу ринку, боротьби з підробками брендованої продукції тощо.

2. Семантичний аналіз. Визначення настрою користувачів та оцінювання їх реакцій на відповідний бренд, його продукцію, маркетингову стратегію та розміщений контент [5].

3. Розпізнавання користувачів. Ідентифікація статі, віку, етнічного походження з метою сегментації цільової аудиторії за окресленими ознаками.

4. Семантична сегментація сцен. Визначення середовища, в якому представлено бренд, та адаптація маркетингової продукції відповідно до ідентифікованих особливостей потреб користувачів.

5. Виявлення фейкового контенту. Комплексний аналіз зображень для ідентифікації згенерованого контенту, який не має відношення до бренду та негативно впливає на імідж. Оцінювання відношення користувачів до згенерованих на основі штучного інтелекту фото- та відеоматеріалів.

6. Мультимодальний аналіз. Обробка візуалізованого контенту з метаданими для більш глибокого та точного аналізу маркетингової стратегії відповідного бренду та дослідження поведінки підписників.



7. Генерація та синтез контенту. Аналіз ефективності реалізованого контент-плану та рівня залучення цільової аудиторії до згенерованих візуалізованих креативів.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Vasylchenko, L., Yakushev, O., & Lytvyn, S. (2020). The enterprise website as an effective tool of marketing communications on the Internet. *Bulletin of Kherson National Technical University*, 1(72), 2, 19–24. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.1.2.2>**
2. Yakushev, O. V. (2023). Development of a road map for the activation of the development of IT sphere enterprises in the regions of Ukraine. *Economics and Organization of Management*, 1(49), 131–142. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2023.1.13>
3. Yakushev, O. V. (2023). Electronic commerce as a leverage for regulating the development of Ukraine's IT sphere: Challenges and opportunities. *Economics and Organization of Management* 2(50), 142–150 DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2023.2.13>
4. Sapkota, R., Cheppally, R. H., Sharda, A., & Karkee, M. (2025). Rf-detr object detection vs yolov12: A study of transformer-based and cnn-based architectures for single-class and multi-class greenfruit detection in complex orchard environments under label ambiguity.
5. Zeng, J., Zhou, J., & Huang, C. (2023). Exploring semantic relations for social media sentiment analysis. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 31, 2382–2394.

УДК 336.76:338.124.4](477)

Оксана ПОСАДНЄВА,
к.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів,
обліку та оподаткування,
Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький, Україна

МАКРОЕКОНОМІЧНА НЕСТАБІЛЬНІСТЬ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ВПЛИВУ НА ДИНАМІКУ ФОНДОВОГО РИНКУ В УКРАЇНІ

Ринок цінних паперів є невід'ємною складовою фінансової системи будь-якої розвиненої держави, він відображає стан економіки крізь призму очікувань інвесторів та динаміку реальних фундаментальних показників. Оцінка впливу



макроекономічних факторів на тенденції фондового ринку передбачає аналіз низки загальних економічних показників – таких як зростання ВВП, рівень інфляції, процентні ставки, курси валют та стан платіжного балансу, – що в сукупності формують середовище, в якому функціонують компанії та приймаються інвестиційні рішення.

Фондовий ринок України, який ще до початку повномасштабного вторгнення характеризувався відносно низьким рівнем розвитку порівняно з країнами ЄС, після лютого 2022 року зіткнувся з безпрецедентними викликами. Структура українського фондового ринку зазнала значних трансформацій під тиском воєнних умов, зокрема:

- знищення офісів компаній-емітентів, збої в роботі депозитарних та клірингових установ;
- різке зростання ризиків призвело до масового виходу нерезидентів з ринку;
- тимчасові мораторії та регуляторні обмеження суттєво скоротили активність на біржах;
- невизначеність щодо тривалості конфлікту та майбутнього економіки стримує нові інвестиції.

У довоєнний період фондовий ринок України також мав численні структурні проблеми, які стримували реалізацію його потенціалу навіть в умовах відносної стабільності (рис. 1).



Рис. 1. Основні дисбаланси та обмеження розвитку фондового ринку України*

*Примітка. Складено автором самостійно.



Диспропорції ринку виражаються у критичній перевазі боргового сегменту, а саме облігацій внутрішньої державної позики (далі – ОВДП), над корпоративним, що свідчить про нерозвиненість механізмів пайового фінансування бізнесу через публічний ринок акцій.

Відношення обсягів торгів до ВВП в Україні в рази нижче, ніж у порівнянних за розміром економіках ЄС, що обмежує функцію ціноутворення та інвестиційну привабливість ринку, і свідчить про низьку ліквідність фондового ринку.

Вузькість інструментарію демонструє обмежений набір доступних фінансових інструментів – акції, облігації, ОВДП – без розвинених деривативів, структурованих продуктів. Все це стримує диверсифікацію портфелів цінних паперів.

Низька фінансова грамотність населення та відсутність культури інвестування в цінні папери обмежують базу внутрішніх інвесторів, що могли б забезпечити стійкість вітчизняному фондовому ринку.

В умовах воєнного стану всі вищеперелічені структурні проблеми посилилися, що відобразилося як на обсягах торгів, так і на диверсифікації фінансових інструментів (рис. 2).

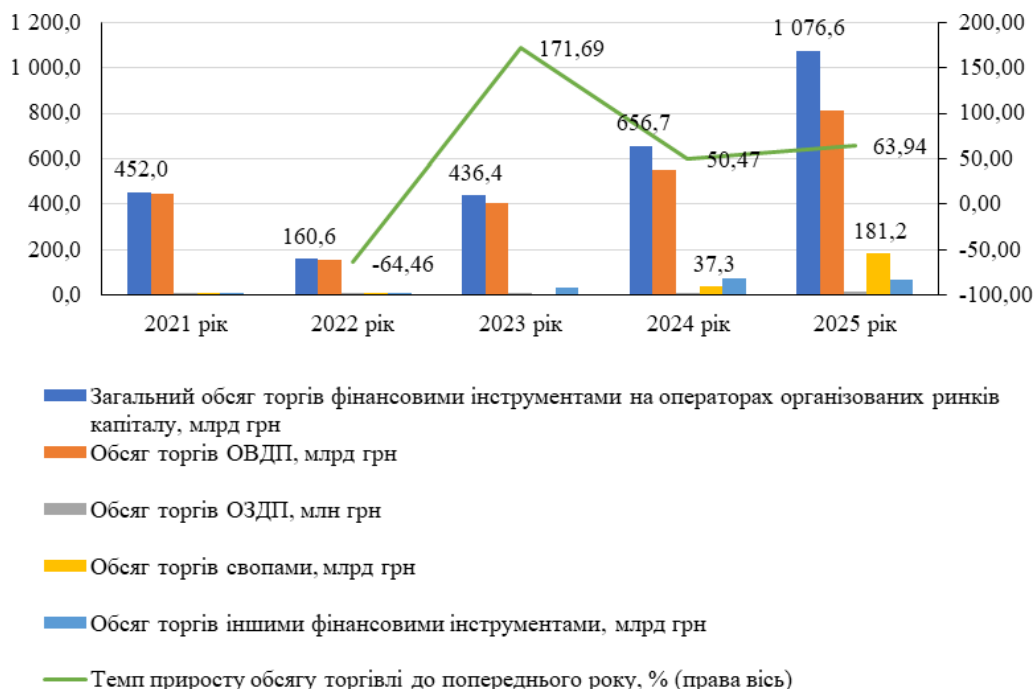


Рис. 2. Динаміка обсягів торгів фінансовими інструментами на організованих ринках капіталу України у 2021–2025 роках*

*Примітка. Складено автором за даними джерел [1, с. 412; 2].



З рис. 2 видно, що облігації внутрішньої державної позики наразі формують близько 95% сукупного обсягу ринку цінних паперів України. Така структура свідчить про суттєву трансформацію вітчизняного фондового ринку, який де-факто виконує функцію інструменту фінансування державного боргу, а не повноцінного механізму мобілізації інвестицій у реальний сектор економіки. Попит на ОВДП переважно забезпечується банківським сектором та Національним банком України, тоді як участь приватних інвесторів і нерезидентів залишається обмеженою.

Поява нових інструментів фондового ринку, таких як свопи, у 2024 – 2025 роках, на жаль, не свідчить про збільшення диверсифікації та використання окремого незалежного сегмента деривативів у біржовій торгівлі, в Україні це є лише інфраструктурним розширенням операцій з ОВДП, спрямованим на підвищення ліквідності та гнучкості ринку. Тому що в вітчизняній біржовій торгівлі свопи часто мають характер комбінованих угод з ОВДП (таких як РЕПО/зворотний викуп або їх аналогів), тобто фактично це тимчасовий обмін ліквідністю під забезпечення ОВДП або структурування грошових потоків із використанням державних цінних паперів.

Водночас, незважаючи на домінування державних боргових інструментів, ринок ОВДП відіграє системоутворюючу роль у фінансуванні воєнних видатків та підтриманні макрофінансової стабільності. За відсутності ефективного механізму мобілізації ресурсів через внутрішній ринок боргових зобов'язань дефіцит державного бюджету, який у 2022–2025 роках досяг історично високого рівня, мав би значно більш дестабілізуючий вплив на економіку.

Рис. 2 ілюструє, що повномасштабне вторгнення спричинило структурну кризу на фондовому ринку України, яка проявилася у різкому скороченні обсягів торгів, звуженні кола доступних фінансових інструментів та послабленні інституційної бази ринку. Водночас ринок демонструє певну адаптивність – з'являються нові механізми та інструменти, що дозволяють підтримувати базові функції фінансового посередництва навіть в екстремальних умовах. Одним із позитивних наслідків кризи стало прискорення процесу цифровізації фінансових послуг. Розширення можливостей онлайн-торгівлі, запровадження електронних депозитарних сервісів та розвиток мобільних інвестиційних платформ частково компенсували обмеження традиційних каналів. Поява нових фінансових інструментів – зокрема воєнних облігацій та корпоративних боргових інструментів, спрямованих на фінансування відновлення економіки, – демонструє здатність ринку адаптуватися навіть у найскладніших умовах. Цей досвід є цінним для майбутньої розбудови повноцінного ринку капіталу.

Відновлення та розвиток ринку цінних паперів України після закінчення активної фази воєнних дій потребуватиме системного та комплексного підходу,



що охоплюватиме інституційну реформу, міжнародну інтеграцію та стимулювання внутрішнього інвестиційного попиту [3]. Вже зараз, в умовах тривалого конфлікту, необхідно закладати основи для майбутнього відновлення – розробляти відповідне законодавство, будувати інституційні спроможності та формувати міжнародні партнерства.

Для підвищення інвестиційної привабливості та модернізації національного ринку цінних паперів необхідна реалізація комплексу заходів: гармонізація законодавства з нормами ЄС у сфері ринків капіталу, вдосконалення корпоративного управління в публічних компаніях, розвиток інструментів колективного інвестування (пенсійні фонди, пайові інвестиційні фонди) та впровадження сучасних торговельних систем. Особливу увагу слід приділити залученню роздрібних інвесторів шляхом спрощення доступу до ринку та підвищення рівня фінансової грамотності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бачо. Р., Пойда-Носик. Н., Макарович. В., Ганусич. В., Вайданич. Д. Прогноз розвитку фондового ринку України в умовах економічної нестабільності. *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 4 (55). С. 409-418. DOI : <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-56>
2. Аналітичні дані щодо розвитку фондового ринку. *Національна комісія з цінних паперів та фондового ринку*. URL:<https://www.nssmc.gov.ua/news/insights/> (дата звернення: 17.04.26).
3. Чернега. В. Сучасний стан та перспективи розвитку фондового ринку України. *Економіка та суспільство*. 2024. № 67. DOI : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-144>

УДК 338.48(481)

Ірина РОМАНЮК

доктор економічних наук професор,
професор кафедри туризму та економіки,
Криворізький державний педагогічний університет
Кривий Ріг, Україна

Альона ГОЛУБ

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Криворізький державний педагогічний університет
Кривий Ріг, Україна



ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПІЗНАВАЛЬНОГО ТУРУ ДО ФІНЛЯНДІЇ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ТУРИСТИЧНОГО РИНКУ

Розвиток міжнародного туризму зумовлює зростання інтересу до пізнавальних подорожей, які поєднують відпочинок із ознайомленням з історією, культурою, традиціями, архітектурою та способом життя інших народів [1]. Однією з привабливих країн для створення такого туристичного продукту є Фінляндія – держава з високим рівнем соціально-економічного розвитку, виразною культурною самобутністю, якісною туристичною інфраструктурою та значним потенціалом для організації змістовних екскурсійних маршрутів.

Пізнавальний тур до Фінляндії має широкі можливості для формування цікавої та різнопланової програми. Туристів можуть зацікавити столиця країни Гельсінкі з її архітектурними пам'ятками, музеями, культурними осередками та сучасним міським середовищем, міста Турку і Тампере як важливі історико-культурні центри, а також регіони, пов'язані з традиційним фінським побутом, природною спадщиною та національними особливостями. Важливою перевагою є можливість поєднання в одному турі екскурсійного, культурного, природничого й етнографічного компонентів.

Важливою передумовою розробки пізнавального туру до Фінляндії є аналіз туристичних ресурсів країни, які можуть бути включені до маршруту. Поряд із відомими міськими локаціями значний інтерес становлять тематичні музеї, об'єкти культурної спадщини, бібліотеки, центри сучасного мистецтва, науково-освітні простори, а також місця, що відображають національну ідентичність країни [2]. Саме різноманітність таких ресурсів дає змогу сформувати тур, орієнтований не лише на загальне ознайомлення з країною, а й на глибше пізнання її культурних, історичних і суспільних особливостей.

Розробка пізнавального туру до Фінляндії потребує врахування низки важливих чинників. Насамперед ідеться про вивчення попиту цільової аудиторії. Такий тур може бути орієнтований на молодь, студентів, освітні групи, сімейних туристів, а також осіб, які прагнуть поглибити знання про країни Північної Європи. Відповідно до запитів споживачів формується тривалість маршруту, насиченість екскурсійної програми, перелік об'єктів відвідування, рівень комфорту та вартість туристичного продукту.

Під час проєктування маршруту доцільно враховувати сезонність туристичних потоків. Фінляндія приваблює відвідувачів упродовж усього року, однак зміст пізнавального туру може змінюватися залежно від пори року. У літній період акцент може бути зроблений на екскурсіях містами, відвідуванні островів, культурних фестивалів і природних об'єктів, тоді як у зимовий сезон зростає зацікавленість традиціями, святковою атмосферою, тематичними



локаціями та поєднанням пізнавальної програми з елементами зимового відпочинку. Такий підхід сприяє гнучкості туристичного продукту та розширює його ринкові можливості.

Особливу увагу під час створення туру слід приділити логістиці. Фінляндія має зручне транспортне сполучення, однак ефективність маршруту значною мірою залежить від правильно підібраних способів пересування, тривалості переїздів, послідовності відвідування міст і туристичних локацій. Раціонально спланований маршрут дає змогу не лише зменшити витрати часу й коштів, а й підвищити загальну привабливість туру для потенційного споживача [3].

Окремої уваги потребує питання формування вартості туру. Ціна туристичного продукту повинна відповідати як наповненню програми, так і фінансовим можливостям цільової аудиторії. На неї впливають транспортні витрати, тривалість подорожі, категорія розміщення, вартість екскурсійного обслуговування, харчування та додаткових послуг. У зв'язку з цим одним із важливих завдань туроператора є забезпечення оптимального співвідношення ціни та якості, що дає змогу зробити пізнавальний тур до Фінляндії доступним і водночас конкурентоспроможним на ринку міжнародного туризму.

Не менш важливою складовою є змістове наповнення пізнавального туру. Конкурентоспроможний туристичний продукт повинен не обмежуватися стандартним переліком екскурсійних об'єктів, а пропонувати учасникам глибше занурення в культуру країни. Це може бути ознайомлення з фінською системою освіти, особливостями організації міського простору, традиціями сауни, гастрономічною культурою, екологічним стилем життя, музеями науки, дизайну та сучасного мистецтва. Саме така багатогранність робить тур більш змістовним і привабливим.

Суттєве значення має також інформаційний супровід туристів. Для пізнавального туру особливо важливо, щоб учасники отримували не лише транспортні й організаційні послуги, а й якісний екскурсійний матеріал, адаптований до їхніх інтересів і рівня підготовки. Це передбачає використання професійного супроводу, підготовку зрозумілих інформаційних матеріалів, інтерактивних карт, електронних гідів та інших цифрових інструментів, які покращують сприйняття нової інформації та підвищують загальну цінність туристичного продукту [4].

У процесі розробки пізнавального туру до Фінляндії необхідно враховувати й тенденції сучасного туристичного ринку. Серед них – зростання попиту на індивідуалізовані маршрути, підвищення ролі цифрових технологій у просуванні туристичних послуг, орієнтація на безпечні, комфортні та інформаційно насичені подорожі. Важливим аспектом також є екологічна складова, оскільки Фінляндія традиційно асоціюється з дбайливим ставленням



до природи, сталими практиками розвитку та високою якістю життя. У зв'язку з цим доцільно включати до структури туру елементи, що підкреслюють екологічну культуру країни та її туристичну привабливість.

Перспективність пізнавального туру до Фінляндії зумовлюється також зростанням попиту на подорожі, пов'язані з отриманням нових знань і вражень. Для багатьох туристів важливо не лише відвідати нову країну, а й зрозуміти особливості її розвитку, повсякденного життя населення, освітніх і культурних практик, підходів до збереження природи та організації суспільного простору. Саме тому пізнавальний тур виступає не лише формою відпочинку, а й засобом розширення світогляду, міжкультурної комунікації та особистісного розвитку.

Просування такого туристичного продукту має базуватися на використанні сучасних маркетингових інструментів. Йдеться про активне застосування соціальних мереж, візуального контенту, туристичних платформ, рекомендаційних сервісів, а також створення привабливого іміджу дестинації через акцент на її безпечності, унікальності та пізнавальній цінності [5]. Для успішного позиціонування туру важливо демонструвати не лише маршрут, а й емоційний досвід, який отримає турист у процесі подорожі.

Крім того, розробка такого туру має практичне значення для розвитку туристичного бізнесу, оскільки сприяє урізноманітненню пропозиції на ринку міжнародних подорожей. Уведення нових пізнавальних маршрутів до країн Північної Європи дає можливість розширити асортимент туристичних продуктів, орієнтованих на якісний змістовний відпочинок. Це, своєю чергою, підвищує зацікавленість споживачів, зміцнює позиції туристичних організацій та створює передумови для подальшого вдосконалення міжнародних турів пізнавального спрямування.

Розробка пізнавального туру до Фінляндії є перспективним напрямом формування міжнародного туристичного продукту. Успішність такого туру залежить від комплексного підходу до його планування, що передбачає врахування ресурсного потенціалу країни, інтересів цільової аудиторії, логістичних можливостей, змістового наповнення маршруту, сезонності, цінової політики та інструментів просування. Фінляндія як туристична дестинація має значні можливості для створення конкурентоспроможного пізнавального туру, здатного задовольнити попит споживачів на якісний, змістовний і культурно насичений відпочинок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Снігур К.В. Культурно-пізнавальний туризм в Україні: сучасний стан ресурсної бази та перспективи розвитку. *Вісник ДонНУЕТ. Серія «Підприємництво, менеджмент, маркетинг»*. 2023. № 2(79). С. 32-43.



2. Виговський Д. С. Тенденції та перспективи розвитку туризму: Україна та світ. *Причорноморські економічні студії*. 2024. Вип. 86. С. 15-20.

3. Бабко Н.М., Сєвідова І.О. Забезпечення фінансової стійкості підприємств готельно-ресторанного бізнесу. *Ефективна економіка*. 2024. № 3. URL: <https://nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/3299>

4. Торяник В. М., Хрідочкін А. В., Джинджоян В. В. Екскурсологія : підручник. Дніпро : ДГУ, 2022. 370 с.

5. Ihnatenko M., Romaniuk I., Levaieva L., Yatsenko V. Managing the efficiency and competitiveness of hotel, restaurant and tourism enterprises in Ukraine during the war. *University Economic Bulletin*. Vol. 18. No. 4. 2023. Pp. 8-16.

УДК 005:004:331.101.3

Володимир САВЧЕНКО

здобувач ступеня доктора філософії
кафедри менеджменту, маркетингу та туризму
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький

АСИНХРОННІСТЬ МОТИВАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ: ВПЛИВ НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВА

Діджиталізація HR-процесів є одним із ключових трендів сучасного менеджменту. Інновації розглядаються як одна з необхідних і важливих основ сталого розвитку. Відповідно, українські підприємства активно інвестують в інноваційну діяльність. Як зазначають Масленніков, Рябов та Кіртока (2025), в умовах воєнного стану інвестиційно-інноваційна діяльність активізується як інструмент адаптації до зовнішніх ризиків [1, с. 91]. Після повномасштабного вторгнення, українські підприємства стикнулися з порушенням логістики, релокацією, та втратою ринків.

Однак, поряд із ризиками воєнного часу, діджиталізація породжує внутрішні ризики, які тривалий час можуть залишатись латентними. До них належать інформаційне перевантаження персоналу, соціальна ізоляція працівників у віртуальному середовищі, зниження довіри до керівництва через надмірний цифровий контроль. Дослідження зарубіжних авторів (Ko & Choi, 2023) доводить, що підприємства фіксують ріст плинності кадрів після завершення початкового етапу впровадження інновацій [2, с. 818]. Ці ризики мають відкладений характер і стають очевидними лише через певний час після початку цифрової трансформації.

Підприємства інвестують у хмарні HRIS, системи тайм-трекінгу, платформи онлайн-навчання та інструменти AI-рекрутингу. Перші результати



таких інвестицій є позитивними: операційні КРІ зростають, витрати скорочуються, звітність стає прозорішою. Окрім того, мотиваційні стимули також проявляються швидко та мають вимірюваний ефект. Підприємства підтверджують зростання продуктивності людських ресурсів та оптимізації витрат. Натомість соціальні ризики формуються поступово. Ці прояви накопичуються латентно, проявляються із затримкою, що і ускладнює їх своєчасну ідентифікацію.

У результаті виникає часовий розрив між об'єктивною динамікою системи та її управлінським сприйняттям. Попри наявність у науковій літературі підходів, що описують відкладені ефекти інновацій та соціальні ризики діджиталізації, їх часова невідповідність розглядається фрагментарно. Саме тому цей часовий розрив ми пропонуємо називати асинхронністю мотиваційних ефектів діджиталізації. Цей феномен створює загрозу соціальній складовій сталого розвитку.

Таблиця 1 ілюструє авторську концепцію асинхронності мотиваційних ефектів діджиталізації HR. Виділено чотири послідовні етапи, що відображають зміну балансу між стимулами та ризиками. На початковому етапі домінують позитивні стимули (продуктивність, гнучкість), а ризики є незначними. На цій стадії впровадження інновацій сприймається як успішне. На етапі стабілізації зберігаються такі стимули, як КРІ та легкий і прозорий контроль. Найчастіше на цьому етапі починають накопичуватися латентні ризики. Без належного моніторингу глибинних змін, управлінське сприйняття інновацій залишається позитивним.

Таблиця 1.

Прояви асинхронності мотиваційних ефектів діджиталізації HR

Етап	Домінуючі стимули	Домінуючі ризики	Управлінське сприйняття
Початковий	Зростання продуктивності, гнучкість, автоматизація рутини	Незначні (адаптаційний дискомфорт)	Ілюзія однозначного успіху
Стабілізації	Стабілізація КРІ, прозорість контролю	Інформаційне перевантаження, зростання напруги	Хибне відчуття контролю
Накопичення ризиків	Зниження операційних витрат	Зниження залученості, емоційне вигорання	Сигнали ігноруються як «тимчасові»
Критичний	Мінімальні (інерція системи)	Соціальна ізоляція, плинність, втрата довіри	Раптова криза, «неочікувана»

Джерело: авторська розробка



Етап накопичення ризиків є ключовим для розуміння асинхронності. На цьому етапі негативні процеси вже переважають. Менеджмент може позиціонувати зниження залученості і початкове вигорання персоналу, як тимчасові явища. На критичному етапі ризики досягають критичної маси. Починають проявлятися соціальна ізоляція, плинність кадрів, і втрата довіри. Підприємства часто характеризують цей етап як «неочікувану» кризу, хоча вона визрівала латентно протягом попередніх етапів. Запропонована модель виконує функцію аналітичного інструменту для діагностики соціальних ризиків діджиталізації в контексті сталого розвитку.

Як видно з Таблиці 2, економічні ефекти діджиталізації формуються швидко та є доступними для вимірювання. Навпаки, соціальні ефекти мають відкладений і латентний характер. Це створює часову невідповідність між різними типами ефектів. У результаті управлінське сприйняття базується переважно на швидких і видимих показниках. Таке упущення призводить до недооцінки накопичених соціальних ризиків.

Таблиця 2.

Прояв асинхронності мотиваційних ефектів діджиталізації

Компонент	Економічні (технічні) ефекти	Соціальні ефекти
Швидкість формування	Швидка	Повільна
Характер прояву	Явний, вимірюваний (KPI)	Латентний, відкладений
Час прояву	Короткостроковий	Довгостроковий
Доступність для оцінки	Висока	Обмежена

Джерело: авторська розробка

Особливої уваги заслуговує третій етап – “накопичення ризиків”. Саме на цьому етапі виникає феномен, який пропонується позначити як “цифрову зону сліпоти управління”. Під цим поняттям розуміється стан системи управління, коли об'єктивне співвідношення мотиваційних ризиків та стимулів уже змістилося в бік переважання ризиків. Проте, підприємство продовжує ігнорувати цю ситуацію через асинхронність проявів.

Наукова новизна дослідження полягає у концептуалізації асинхронності мотиваційних ефектів діджиталізації. Цей системний феномен створює розрив між реальною динамікою соціальних ризиків та їх управлінським сприйняттям. Найбільш критичним для підприємств є етап накопичення ризиків. На цьому етапі часто формується цифрова зона сліпоти управління. Запропонована теоретична модель виступає аналітичним інструментом діагностики цих ризиків. Практичне значення полягає в обґрунтуванні необхідності доповнення



короткострокових КРІ системою моніторингу соціальних ефектів діджиталізації. Такі зміни в управлінні людськими ресурсами дозволять мінімізувати загрози соціальній складовій сталого розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Масленніков, Є.В., Рябов, С.В. та Кіртока, Р.О. (2025). Інвестиційно-інноваційна діяльність підприємств в умовах воєнного стану: економіко-правові механізми забезпечення стійкості та де-рискінгу. *Сталий розвиток економіки*, 6(57), с. 89–97. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-57-12> (дата звернення: 10.04.2026)

2. Ko, Y. J., & Choi, J. N. (2023). Collective Turnover and Firm Innovation: Knowledge-sharing System as a Contingency. *Journal of Product Innovation Management*, 40(6), с. 817–835. URL: <https://doi.org/10.1111/jpim.12684> (дата звернення: 10.04.2026)

УДК 339.138:658.114.1

Олена СЕЛЕЗНЬОВА

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансів, банківської справи,
страхування та маркетингу
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя, Україна

ФОРМУВАННЯ СТІЙКИХ ВЗАЄМОВІДНОСИН ЗІ СТЕЙКХОЛДЕРАМИ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ СОЦІАЛЬНО-ВІДПОВІДАЛЬНОГО МАРКЕТИНГУ

В сучасних умовах функціонування вітчизняного ринку товарів та послуг сьогодні спостерігається виразна тенденція до розширення маркетингової парадигми, де фокус уваги зміщується з виключної орієнтації на споживача до охоплення інтересів усіх учасників бізнес-середовища (stakeholder marketing). Така модель базується на засадах системного аналізу та пов'язана з концепцією стратегічного стейкхолдер-менеджменту, орієнтованого на дослідження інтересів та очікувань всіх сторін, які впливають на діяльність підприємства або залежать від його діяльності, з метою побудови взаємовигідних відносин та мінімізації ризиків для всіх учасників даного процесу [1]. Застосування цього підходу в межах обраної маркетингової стратегії дозволяє взаємоузгодити діяльність усіх зацікавлених сторін задля досягнення синергетичного ефекту, отримання спільних переваг та забезпечення стійкого розвитку.



Актуальність впровадження маркетингу стейкхолдерів у практичну діяльність підприємств різних галузей зумовлена стрімким розвитком мережових структур та необхідністю оперативного пристосування до постійних змін ринкового середовища в умовах невизначеності сучасного світу. Зокрема, сучасний етап цифровізації та цифрова трансформації економіки й суспільства в цілому, які дозволяють використовувати новітній інструментарій обробки великих масивів даних та сучасні комунікаційні канали для оптимізації взаємодії між усіма суб'єктами ринку, сприяють розвитку та більш ефективному застосуванню стейкхолдерського підходу в управлінні.

Кризові явища в різних суспільно-економічних сферах зумовлюють необхідність переформатування процесів взаємодії між бізнес-структурами та соціумом через оновлення каналів їхньої комунікації. Саме це сьогодні обумовлює необхідність інтеграції соціальної відповідальності в загальну стратегію розвитку суб'єктів господарювання. Застосування принципів соціально-відповідального маркетингу як прикладного маркетингового інструменту стає ключовим чинником підвищення рівня конкурентоспроможності та стабілізації партнерських зв'язків у нестабільних умовах функціонування ринку [2].

Функціональний зміст управління взаємодією зі стейкхолдерами полягає у прагненні до соціальної досконалості, нарощуванні інтелектуального капіталу суб'єктів господарювання та забезпеченні такої координації зусиль, що сприяє реалізації цілей сталого розвитку в межах спільної діяльності всіх учасників даного процесу.

Конструктивна та стійка взаємодія із зацікавленими сторонами, що базується на принципах соціально-відповідального маркетингу, стала необхідною стратегічною умовою для вітчизняного підприємницького сектору. В умовах постійних викликів воєнного часу та значних ризиків підприємницької діяльності цей напрям трансформувався з елемента іміджевої політики у життєво необхідний фактор забезпечення довгострокової стійкості та конкурентоспроможності бізнес-структур, як на вітчизняному, так і зарубіжному ринках [3].

Так, взаємодія підприємства із стейкхолдерами сьогодні повинна ґрунтуватися на використанні системного підходу в процесі аналізу стейкхолдерських мереж, включати оцінку ролі кожної зацікавленої сторони у процесах створення спільних ціннісних активів, а також створювати необхідні умови для сумісного контролю за маркетинговими рішеннями [2]. Саме прагнення довірчої взаємодії зі стейкхолдерами є вкрай важливим для вітчизняних підприємств та виступає визначальним чинником оптимізації управлінських процесів та зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку.



Використання принципів соціально-відповідального маркетингу дозволяє сформувати стійку прихильність споживачів до продукції даного підприємства та сприяє створенню позитивного іміджу. Орієнтація на етичну маркетингову складову не лише щодо створення й продажу продукції, а й стосовно побудови маркетингової комунікації зі споживачами та іншими учасниками ринкового середовища, дозволяє акцентувати увагу на тих етичних цінностях, яких дотримується підприємство в своїй виробничо-господарській діяльності. А впровадження соціально-відповідального маркетингу в усі складові маркетинг-міксу дозволяє підприємству займати більш вигідніше положення на сучасному ринку та отримувати значні конкурентні переваги.

Отже, результативність управління взаємовідносинами в системі «підприємство-стейкхолдери» визначається здатністю організації нівелювати стратегічні загрози та мінімізувати можливі ризики діяльності. І сьогодні, в умовах мінливого ринкового середовища, використання принципів соціально-відповідального маркетингу стає ключовим інструментом зміцнення бренду та основою для забезпечення сталого розвитку суб'єкта господарювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попова Н. В. Маркетинг стейкхолдерів: теоретичні аспекти та проблеми впровадження. *Вісник соціально-економічних досліджень: зб. наук. праць*. 2016. № 60. С. 169-178.

2. Лихолат С.М., Стасула М.Т., Коломієць О.Л. Шляхи реалізації корпоративної соціальної відповідальності бізнесу як інструменту маркетингової стратегії в умовах невизначеності. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2025. №14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14756672>

3. Гавдан Є.Р., Мангушев Д.В., Тимохова Г.Б. Соціально відповідальний маркетинг в умовах воєнних конфліктів: український контекст. *Бізнес Інформ*. 2025. №1. С. 479-485.

УДК 330.15:502.131.1

Ганна СИРОТЮК,
кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки
Катерина ЯНКОВСЬКА,
кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри
обліку і оподаткування
Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій ім. С.З. Ґжицького, (Україна)



ЗЕЛЕНА ЕКОНОМІКА ЯК ОСНОВА ТРАНСФОРМАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

В сучасних умовах глобальних викликів актуалізується необхідність переходу до нової моделі розвитку економіки. Традиційна економічна система, орієнтована переважно на інтенсивне використання ресурсів і максимізацію прибутку, дедалі більше демонструє свою обмеженість і неспроможність забезпечити сталий розвиток. У цьому контексті як альтернативна концепція виступає зелена економіка, яка формує основу трансформації соціально-економічних систем, забезпечуючи перехід до більш збалансованої та інклюзивної моделі розвитку.

Згідно з підходом European Environment Agency поняття «зелена економіка» трактується як сукупність політик, інституційних рішень та інноваційних підходів, що забезпечують створення більшої економічної цінності за умови одночасного збереження природних екосистем і ресурсної бази, яка підтримує життєдіяльність суспільства [1].

Логічним продовженням такого підходу є позиція United Nations Environment Programme, яка поглиблює розуміння ролі зеленої економіки у досягненні сталого розвитку «...концепція «зеленої економіки» не замінює собою концепцію сталого розвитку, проте зараз все більш поширене визнання того, що досягнення стійкості майже повністю залежить від створення правильної економіки» [2].

Зелена економіка розглядається як економічна система, що спрямована на підвищення добробуту населення та забезпечення соціальної справедливості при одночасному зниженні екологічних ризиків і дефіциту природних ресурсів. Її ключовими характеристиками є ресурсоефективність, низьковуглецевий розвиток та соціальна інклюзивність. Тобто – це модель економічного розвитку, яка поєднує економічне зростання з екологічною стійкістю та соціальним прогресом і ґрунтується на принципах ефективного використання природних ресурсів, зменшення забруднення навколишнього середовища та розвитку відновлюваних джерел енергії [3].

Зелена економіка не заперечує економічного зростання, але змінює його якісні характеристики, орієнтуючи на довгострокову стійкість. Перехід до зеленої економіки зумовлений рядом глобальних і локальних чинників. Серед важливих передумов можна виділити:

1. Екологічні виклики – зміна клімату, деградація ґрунтів, втрата біорізноманіття.
2. Енергетична криза – залежність від викопних джерел енергії та необхідність розвитку відновлюваної енергетики.



3. Соціальні диспропорції – нерівномірний розподіл доходів і доступу до ресурсів.

4. Технологічний розвиток – поширення цифрових технологій, які відкривають нові можливості для екологізації виробництва.

5. Глобалізаційні процеси – необхідність гармонізації економічних політик та інтеграції у світові екологічні ініціативи.

Ці чинники обумовлюють необхідність системних змін, які охоплюють всі рівні функціонування економіки – від локального до глобального.

Основними принципами зеленої економіки є [4]:

1. Раціональне використання природних ресурсів, що передбачає мінімізацію відходів і впровадження циклічних моделей виробництва.

2. Екологічна відповідальність, яка включає зменшення викидів парникових газів і захист екосистем.

3. Соціальна справедливість, що забезпечує рівний доступ до ресурсів і можливостей.

4. Інноваційність, як рушійна сила розвитку екологічно чистих технологій.

5. Інтеграція економічної, соціальної та екологічної політики.

Впровадження принципів зеленої економіки сприяє глибокій трансформації соціально-економічних систем. Передусім це проявляється у зміні структури економіки, де зростає роль екологічно чистих галузей, таких як: відновлювана енергетика; органічне сільське господарство; екологічне будівництво; переробка відходів; зелений транспорт.

Одночасно відбувається скорочення частки екологічно шкідливих виробництв, що стимулює модернізацію промисловості та впровадження інновацій.

Зелена економіка також впливає на ринок праці, створюючи нові робочі місця у сферах «зелених» технологій і послуг. Це сприяє підвищенню зайнятості та розвитку людського капіталу.

Ефективна реалізація зеленої економіки потребує відповідного інституційного забезпечення. Важливу роль відіграють: державна політика у сфері екології та економіки; законодавче регулювання; фінансові механізми стимулювання (зелені інвестиції, податкові пільги); міжнародне співробітництво.

Особливе значення має впровадження інструментів екологічного регулювання, таких як: вуглецеве ціноутворення; екологічні податки; система торгівлі квотами на викиди; державні програми підтримки інновацій.

Інституційна трансформація також передбачає розвиток екологічної свідомості суспільства та формування нових моделей споживання.



Інновації є важливим чинником розвитку зеленої економіки. Впровадження новітніх технологій дозволяє: підвищити ефективність використання ресурсів; зменшити негативний вплив на довкілля; оптимізувати виробничі процеси.

Водночас посилення ролі інновацій логічно зумовлює зростання значення цифровізації як важливого інструменту підвищення ефективності функціонування зеленої економіки, забезпечуючи: автоматизацію та оптимізацію виробництва; розвиток «розумних» міст; ефективне управління енергетичними системами; моніторинг екологічного стану.

Для України перехід до зеленої економіки є не лише екологічною необхідністю, а й стратегічною умовою економічного розвитку та європейської інтеграції. Серед важливих напрямів: розвиток відновлюваної енергетики; модернізація аграрного сектору на засадах сталого розвитку; підвищення енергоефективності; управління відходами; залучення зелених інвестицій.

Водночас існують певні виклики: недостатній рівень фінансування; недосконалість нормативно-правової бази; низький рівень екологічної свідомості; вплив війни та економічної кризи.

Незважаючи на це, Україна має значний потенціал для розвитку зеленої економіки, зокрема завдяки природним ресурсам, людському капіталу та інтеграційним процесам з ЄС. У перспективі зелена економіка може стати основою нової парадигми розвитку, орієнтованої на сталий, інклюзивний та безпечний розвиток суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Green economy. European Environmental Agency: Website. 2020. URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/economy/intro>.
2. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. URL: <https://www.unep.org/resources/report/towards-green-economy-pathways-sustainable-development-and-poverty-eradication-10>.
3. Колодійчук І. А., Куртяк М. Б. Соціально-економічні передумови переходу до зеленої економіки в регіонах України. *Регіональна економіка*. 2024, №2. С.67-75.
4. Поліванцев А.С. Особливості розвитку «зеленої економіки» в країнах ЄС та в Україні в контексті цифрової трансформації. *Економічний простір*. 2025. № 205. С.200-207.



УДК 336.14:336.1

Лариса СІДЕЛЬНИКОВА,
доктор економічних наук, професор,
Заслужений працівник освіти України,
завідувач кафедри фінансів, обліку та оподаткування,
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

СТРУКТУРНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДОХОДІВ БЮДЖЕТУ У СИСТЕМІ ПУБЛІЧНИХ ФІНАНСІВ В УМОВАХ ВІЙНИ

Питання вдосконалення механізмів акумулювання бюджетних ресурсів для забезпечення фіскальної безпеки держави під час ринкових трансформацій, глобальних епідеміологічних викликів та воєнно-політичних загроз не втрачає своєї актуальності. В умовах повномасштабної війни формування доходів державного та місцевих бюджетів України відбувається в режимі адаптації до сукупності екзогенних і ендегенних шоків: активних бойових дій, руйнування інфраструктури, тимчасової окупації частини територій, порушення виробничо-логістичних зв'язків, масштабних міграційних процесів, наслідком яких є істотна ерозія податкової бази та зростаюча залежність від міжнародної фінансової допомоги, що суттєво трансформує структуру доходів бюджету.

У цьому контексті аналіз структурних трансформацій доходів Зведеного бюджету України потребує не лише оцінки їхньої динаміки та структури, а й поглибленої діагностики стійкості дохідної бази, адаптивності фіскальних інструментів і спроможності бюджетної системи забезпечувати фінансову стабільність в умовах тривалих воєнних викликів та обмеженості внутрішнього ресурсного потенціалу економіки.

В таблиці 1 розглянемо динаміку доходів Зведеного бюджету України у розрізі складових впродовж останніх 10 років.

Таблиця 1.

Динаміка доходів
Зведеного бюджету України у 2016-2025 роках, млрд грн *

Показники	Роки										2025/2016, %
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Податкові надходження	650,8	828,2	986,3	1070,3	1136,7	1453,8	1343,2	1638,1	2088,3	2520,3	+287,3

Продовження таблиці 1.

Неподаткові надходження	125,5	154,6	192,7	212,9	234,4	202,5	368,4	1028,1	1018,0	1260,7	+904,5
Доходи від операцій з капіталом	1,6	2,2	2,8	3,1	3,6	3,8	2,9	3,7	5,0	6,3	+293,7
Від ЄС, урядів іноземних держав, МО, донорських установ	4,2	1,6	1,6	1,2	1,2	1,3	481,3	433,6	475,4	549,4	+12981
Цільові фонди	0,8	30,4	0,9	2,4	0,8	0,8	0,5	0,8	1,1	1,3	+62,5
Разом	782,9	1017,0	1184,3	1289,8	1376,7	1662,2	2196,3	3104,3	3587,8	4338,0	+454,1

* Примітка. Складено автором за даними джерел [1].

Дані таблиці 1 демонструють впевнене зростання сукупних показників дохідної частини бюджетів всіх рівнів за останні 10 років – у 5,5 разів. Позитивним моментом є поступове збільшення податкових надходжень навіть в умовах війни (за винятком 2022 року), що свідчить про високу адаптивність національної економіки до викликів воєнного часу.

Водночас найбільше зростання (+12980,95%) продемонстрували саме показники зовнішньої фінансової допомоги, обсяги якої безпрецедентно підвищилися з початком повномасштабної російської агресії. Звісно, така динаміка спродувала фундаментальну зміну в архітектурі формування бюджетних ресурсів держави і суттєво змінила структуру доходів Зведеного бюджету України (табл. 2).

Таблиця 2.

Структура доходів
Зведеного бюджету України у 2016-2025 роках, млрд грн *

Показники	Роки										2025/2016, в.п.
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Податкові надходження	83,13	81,44	83,28	82,98	82,57	87,46	61,16	52,77	58,21	58,10	-25,03
Неподаткові надходження	16,03	15,20	16,27	16,51	17,03	12,18	16,77	33,12	28,37	29,06	+13,03

Продовження таблиці 2.

Доходи від операцій з капіталом	0,20	0,22	0,24	0,24	0,26	0,23	0,13	0,12	0,14	0,15	-0,05
Від ЄС, урядів іноземних держав, МО, донорських установ	0,54	0,16	0,14	0,09	0,09	0,08	21,91	13,97	13,25	12,66	+12,12
Цільові фонди	0,10	2,99	0,08	0,19	0,06	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	-0,07
Разом	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-

* Примітка. Складено автором за даними джерел [1].

Дані таблиці 2 демонструють істотну трансформацію структури формування бюджетних ресурсів держави в період повномасштабної війни. Так, до 2022 року понад 80% доходів бюджетів всіх рівнів акумулювалися через податкові надходження, що є ознакою збалансованої ринкової економіки, причому у 2021 році цей показник сягнув значення у 87,46%.

Різке падіння питомої ваги податків у 2022 році (до 61,16%) та подальше її зниження (в цілому – на 25,03 в.п. впродовж аналізованого періоду) свідчать про те, що податкова система перестала бути головним локомотивом покриття суспільних видатків. Натомість спостерігається надзвичайне зростання впливу зовнішньої фінансової допомоги від міжнародних партнерів та фінансових інституцій, частка якої зросла з майже нульових значень до моменту ескалації воєнної агресії до 21,91% з її початком, та надалі стабілізувалася на рівні понад 12%. Крім того, майже подвоїлася питома вага неподаткових надходжень, що свідчить про вимушену мобілізацію альтернативних, часто «квазіфіскальних», внутрішніх ресурсів.

Отже, відбулося фактичне викривлення класичної податкової моделі формування бюджетних ресурсів держави. Базисом стабільності системи публічних фінансів стала не внутрішня економічна активність, а гібридне фінансування, за якого податки покривають лише частину найважливіших державних потреб. Зростання частки неподаткових надходжень та іноземних грантів свідчить про вичерпання традиційних резервів фіскального простору та про вимушений перехід до екстреної мобілізації ресурсів, що робить доходи бюджету вразливими до впливу зовнішніх політико-економічних чинників.

Основними шляхами стабілізації доходів бюджетів всіх рівнів є відновлення темпів економічного зростання і боротьба з корупцією та тіншовим



сектором, які істотно зменшують обсяги податкових надходжень. В цьому контексті доцільно згадати твердження Е. Коломбо, Д. Фурсері, П. Піццутто і П. Тіреллі, що наявність великого неформального сектору економіки однозначно підриває здатність урядів впроваджувати стабілізаційну політику, оскільки обмежена реакція офіційного сектору вимагає більш жорсткої податкової політики для збільшення доходів, необхідних для збереження фіскальної платоспроможності [2, с. 31].

Підводячи підсумки, підкреслимо, що структурні трансформації доходів бюджету у системі публічних фінансів України в умовах війни відображають тимчасовий перехід від податково орієнтованої до гібридної моделі ресурсного забезпечення, що поєднує внутрішні та зовнішні джерела фінансування. Така модель, попри її адаптивний характер, збільшує вразливість до екзогенних шоків, обмежує фіскальну автономію держави та знижує рівень її фіскальної безпеки. Зазначене підвищує актуальність реалізації комплексних заходів із детінізації економіки, спрямованих на розширення бази оподаткування та легалізацію фінансових потоків; мінімізації податкових втрат через посилення контролю за митним кордоном; впровадження ефективних інструментів протидії розмиванню бази оподаткування і використанню офшорних юрисдикцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Звітність про виконання Зведеного бюджету України. *Open Budget*. URL: <https://openbudget.gov.ua> (дата звернення: 18.04.2026).
2. Colombo E., Furceri D., Pizzuto P., Tirelli P. Fiscal Multipliers and Informality. *IMF Working Paper*. May 2022. 70 p.

УДК 669.013:005.21]:330.34:502.131.1

Оксана СОПІНА

кандидат економічних наук, доцент

Олександр МАЗУР

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,

м. Запоріжжя

Національний університет «Запорізька політехніка»

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА В КОНТЕКСТІ ПРИНЦИПІВ-ESG ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Тенденції глобального розвитку показують, що роль сталого розвитку стає все більш важливою. Тому його доцільно розглядати як безперервний



процес цілеспрямованих змін, орієнтованих на забезпечення стабільного зростання економічних показників, одночасно зберігаючи екологічний баланс і соціальну відповідальність. Такий підхід враховує внутрішні та зовнішні впливи. Він також зосереджений на задоволенні потреб поточних і майбутніх поколінь. Таким чином, мета стратегії сталого розвитку підприємства полягає в тому, щоб визначити пріоритети для довгострокового розвитку та стійкості [1, с. 62]. Упровадження принципів ESG (Environmental, Social, and Governance) є одним з інструментів реалізації стратегії сталого розвитку.

Інтеграція ESG-принципів у стратегічне управління промисловими підприємствами є важливим питанням у світлі глобальних екологічних змін і зростаючого тиску з боку міжнародних фінансових установ і регуляторів. У глобальному масштабі перехід до економіки, яка використовує менше вуглецю, особливо залежить від металургійної галузі. Завдяки прийняттю Європейського зеленого курсу і впровадженню механізму прикордонного коригування вуглецю (СВАМ) з 2026 року конкуренція для виробників сталі та чавуну, особливо в Україні, зміниться [2]. Для українських металургійних компаній, які націлені на продаж продукції на ринках ЄС та США, дотримання стандартів сталого розвитку є реальною умовою збереження ринкових позицій і доступу до міжнародного фінансування, а також фактором, що впливає на імідж підприємств.

Узагальнюючи підходи дослідників [1; 3; 4; 5], ESG-підхід є практичним інструментом реалізації концепції сталого розвитку, що змінює логіку управління від короткострокових економічних результатів до формування довгострокової цінності для всіх зацікавлених сторін.

На думку дослідників [3; 4. с. 206], екологічний вимір ESG охоплює впровадження заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу виробництва на довкілля, зокрема через підвищення енергоефективності, використання екологічно чистих технологій, оптимізацію споживання ресурсів, управління промисловими відходами та зменшення вуглецевого сліду. Системний моніторинг відповідно до стандартів IFRS S1 та IFRS S2 передбачає відстеження метрик викидів парникових газів (Score 1, 2, 3), споживання води та генерації відходів, регулярний аудит яких сприяє зниженню екологічних ризиків і зміцненню репутації компаній.

Забезпечення безпечних умов праці, дотримання прав працівників, розвиток людського капіталу та ефективна взаємодія з місцевими громадами і стейкхолдерами - це головні елементи соціальної складової ESG. Моніторинг цього виміру здійснюється через такі метрики, як рівень травматизму, плинність кадрів та обсяг інвестицій у розвиток громад. Особлива увага приділяється підвищенню інклюзивності, кваліфікації персоналу та формуванню культури відповідальності в компанії [3; 4. с. 206].



Управлінська складова охоплює забезпечення прозорості діяльності, підзвітності та дотримання етичних стандартів у процесі прийняття рішень. Металургійні компанії впроваджують ефективні системи корпоративного управління, управління ризиками, антикорупційні механізми та внутрішній контроль для зниження конфліктів інтересів і підвищення довіри інвесторів і партнерів. Головними метриками слугують показники різноманітності ради директорів і дотримання кодексів етики, регулярний аудит яких забезпечує своєчасне коригування відхилень [3; 4. с. 206].

Металургійні підприємства функціонують в умовах значних викликів ESG-трансформації: технологічних обмежень, зумовлених домінуванням енергоємних процесів, фінансових бар'єрів через потребу в масштабних інвестиціях у модернізацію, а також соціальних ризиків, пов'язаних із нестачею кадрів у промислових регіонах. Енергетичний перехід передбачає структурну трансформацію через впровадження ресурсоефективних технологій, розвиток циркулярної економіки та перехід до низьковуглецевих джерел енергії, зокрема водню. Перспективи галузі пов'язуються з технологіями прямого відновлення заліза та електродуговим виробництвом, тоді як ефективність трансформації значною мірою визначається рівнем взаємодії зі стейкхолдерами [5, с. 132].

Формування стратегії металургійного підприємства з урахуванням ESG-принципів є процесом, що передбачає інтеграцію екологічних, соціальних та управлінських аспектів у загальну систему стратегічного управління. В основі такого підходу лежить послідовна логіка стратегічного розвитку, яка включає оцінку поточного стану підприємства, визначення пріоритетних напрямів розвитку, формування та реалізацію відповідних управлінських рішень із подальшим їх коригуванням. Це забезпечує узгодження економічних цілей із соціально-екологічними вимогами та дозволяє досягти збалансованого розвитку підприємства як соціо-еколого-економічної системи [1, с. 63].

Важливою передумовою формування ESG-орієнтованої стратегії є трансформація місії та цілей підприємства, які мають бути спрямовані на поєднання економічної ефективності із збереженням ресурсів і задоволенням потреб як нинішніх, так і майбутніх поколінь. У цьому контексті стратегічні рішення повинні базуватися на загальному аналізі внутрішніх і зовнішніх чинників, що впливають на рівень сталості підприємства, а також передбачати вибір таких альтернатив розвитку, які забезпечують оптимальний баланс між економічними та соціально-екологічними результатами [1, с. 63].

Реалізація стратегії передбачає впровадження системи конкретних ESG-ініціатив, зокрема у сфері підвищення енергоефективності, розвитку низьковуглецевих технологій, управління людським капіталом і вдосконалення корпоративного управління. Водночас ефективність стратегічного управління значною мірою залежить від наявності чітко визначених ESG-метрик,

інтегрованих у систему оцінки результативності, а також від розвитку компетентностей персоналу у сфері сталого розвитку та формування корпоративної культури відповідальності [3].

Суттєвий вплив на формування стратегії металургійних підприємств здійснюють зовнішні фактори, передусім зростаючий тиск інвесторів щодо прозорості діяльності та скорочення вуглецевого сліду, а також державне регулювання, спрямоване на стимулювання декарбонізації промисловості. Це обумовлює необхідність адаптації стратегічних орієнтирів підприємств до нових умов функціонування, зокрема через впровадження інструментів екологічного регулювання, розвиток «зеленого» фінансування та участь у механізмах контролю викидів [5, с. 133]. Узагальнення основних етапів формування стратегії металургійного підприємства з урахуванням ESG-принципів наведено на рис. 1.



Рис. 1. Етапи формування стратегії металургійного підприємства з урахуванням ESG-принципів. *Розроблено автором.*

Продумана стратегія включає модернізацію виробничого циклу, соціальну відповідальність як частину справедливого переходу та зміну корпоративного управління. Впровадження ініціатив ESG збільшує конкурентоспроможність на міжнародних ринках, підвищує привабливість інвестицій і гарантує залучення «зеленого» фінансування. У той же час ESG-практики забезпечують довгострокову стійкість компанії, знижуючи ризики операційних, регуляторних і репутаційних операцій. Таким чином, ESG-стратегія є стратегічною інвестицією, яка підвищує ефективність і гарантує стабільний розвиток металургійного підприємства в умовах сучасного глобального економічного середовища, а не додатковим витратним зобов'язанням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Manuilov O. Development of a strategy for sustainable development of enterprises in conditions of uncertainty. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2024. Vol. 9, no. 2. P. 60–64. URL: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-10> (date of access: 06.04.2026).
2. Олег Івченко. Суть Європейського зеленого курсу EU Green Deal та його вплив на бізнес | Бізнес. Бізнес | Останні новини бізнесу України. URL: https://biz.ligazakon.net/analytics/239683_sut-vropeyskogo-zelenogo-kursu-eu-green-deal-ta-yogo-vpliv-na-bznes (дата звернення: 23.03.2026).
3. Марухленко О., Руденко В., Рубан Д. Проєктний менеджмент у контексті сталого розвитку та ESG-стратегій. *Економіка та суспільство*. 2025. № 79. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-180> (дата звернення: 23.03.2026).
4. Латишева О. В., Ровенська В. В., Смирнова І. І. Інтеграція принципів сталого розвитку та вимог ESG у проєкти модернізації гірничо-металургійних підприємств України. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки*. 2025. № 4. С. 201–210. URL: <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-4-27> (дата звернення: 06.04.2026).
5. Зеленін Ю. М. Особливості сталого розвитку металургії в умовах енергопереходу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 23. С. 129–133. URL: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.23.129> (дата звернення: 23.03.2026).

УДК 005.332.4:669.013

Оксана СОПІНА

кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту та
адміністрування

Валерія МАРУФЕНКО

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,
Національний університет «Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя

ВПЛИВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНОЇ СТРАТЕГІЇ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ГАЛУЗІ

Металургійна галузь є однією з базових галузей світової та національної економіки, що забезпечує фундамент для розвитку машинобудування, будівництва, оборонної промисловості та інфраструктури. Світове виробництво сталі за підсумками 2025 року скоротилося на 2% порівняно з попереднім



роком і становило 1,8 млрд тонн, що відображено у глобальному рейтингу країн-виробників сталі. В Україні та країнах СНД загальне виробництво сталі знизилося на 4,4% річних обчислень, до 81,3 млн тонн, при цьому в Україні спостерігалось скорочення на 2,2%, до 7,41 млн тонн [1]. Металургійні компанії повинні розробити нові стратегічні підходи, щоб залишатися конкурентоспроможними та стійкими в умовах посилення глобальної конкуренції, геополітичної нестабільності та різких коливань на ринках сировини.

Вертикальна інтеграція, яка передбачає, що компанія контролює окремі етапи виробничого ланцюга, є однією з стратегій реагування на зовнішні виклики. Вертикальна інтеграція допомагає підприємствам зменшити витрати на транзакції, підвищити ефективність управління запасами та забезпечити більш надійний обмін інформацією між підрозділами. У виробничих та логістичних секторах це проявляється у скороченні витрат, кращій координації ланцюга постачання та здатності швидше адаптуватися до змін ринкових умов. Крім того, вертикальна інтеграція полегшує впровадження нових продуктів і системних інновацій, підвищуючи стійкість і конкурентоспроможність компанії в довгостроковій перспективі [2, с. 237]. У металургії ця стратегія особливо важлива, оскільки стабільність постачання залізної руди, коксівного вугілля та феросплавів безпосередньо залежить від виробничої безперервності та вартості продукції.

Вертикальна інтеграція як управлінська концепція ґрунтується на теорії транзакційних витрат (TCE) та ресурсній концепції фірми (RBV). Використання цих теоретичних підходів дозволяє пояснити вибір вертикальної інтеграції як стратегії зменшення транзакційних та виробничих витрат, підвищення ефективності управлінської координації та оптимального використання ресурсів підприємства. Такий підхід забезпечує контроль над ланцюгом постачання, покращує взаємодію між підрозділами та сприяє довгостроковій стійкості і конкурентоспроможності компанії [2, с. 234]. З операційної точки зору вертикальна інтеграція означає ступінь, до якого підприємство контролює свої вхідні ресурси (постачальників) та вихідні канали (дистрибуцію та споживачів).

Таблиця 1 узагальнює основні переваги та недоліки вертикальної інтеграції, що відображає стратегічні, операційні та управлінські аспекти.

Таблиця 1.

Переваги та недоліки вертикальної інтеграції компанії

Переваги вертикальної інтеграції	Недоліки вертикальної інтеграції
Контроль над критично важливими ресурсами	Високі капітальні витрати на активи



Продовження таблиці 1.

Стабільність постачання та зниження ризиків	Зростання організаційної складності та координаційних витрат
Зниження трансакційних витрат	Зниження управлінської гнучкості
Централізоване планування виробництва та ефективне управління запасами	Ризик створення неефективних ланок
Покращення якості продукції та зниження браку	Залежність від специфічних активів
Підтримка інновацій та нових технологій	Втрата знань при аутсорсингу
Підвищення ефективності ланцюга постачання та логістики	Екологічні ризики при великому масштабі виробництва
Підвищення конкурентоспроможності та ринкової стійкості	Обмежена здатність швидко реагувати на ринкові зміни

Узагальнено автором на основі: [2].

Вертикальна інтеграція є одним із найбільш дієвих механізмів формування конкурентної стратегії підприємства, оскільки безпосередньо впливає на структуру витрат, цінову поведінку та ринкову частку.

Головним конкурентним ефектом вертикальної інтеграції є усунення подвійної маржиналізації. Відповідно до емпіричних досліджень, проведених на вибірці 4 482 поглинань в обробній промисловості країн ЄС за 2007-2021 роки, цільові компанії в середньому знижують цінові надбавки на 0,7%, а їхня ринкова частка зростає на 2,5%, а продажі та змінні витрати відповідно зростають на 2,9% і 3,2% відповідно [3, с. 1]. Іншими словами, вертикально інтегрована структура може встановлювати нижчі ціни для кінцевих клієнтів, не знижуючи при цьому рентабельність, оскільки суміжні стадії виробничого ланцюга не будуть більше нараховувати окремі прибуткові надбавки. Цей механізм є особливо важливим для металургії, оскільки він дозволяє компанії, які керують видобутком залізної руди, переробкою чавуну та виробництвом прокату в рамках однієї корпоративної структури, використовувати лише одну сукупну маржу, а не три-чотири послідовні надбавки від різних незалежних учасників ланцюга.

Варто зазначити, що економічний ефект вертикальної інтеграції зростає з часом і залежить від того, наскільки інтегрованою вже є структура компанії. Зниження маржи після вертикальних поглинань досягає піку у 4% наприкінці 12-річного горизонту спостережень, а продажі та рентабельність зростають до 11,5% і 18,5% у той самий рік [3, с. 2]. Коли більша кількість дочірніх структур входять до корпоративного периметра компанії-набувача, редукція цінових надбавок є більш вираженою. Це пов'язано з тим, що більша ймовірність усунення подвійних маржиналізацій збільшується зі збільшенням ланцюга попередньо інтегрованих підрозділів [3, с. 3]. Для металургійних холдингів (ArcelorMittal, Metinvest) цей висновок підтверджує стратегічну логіку

послідовного розширення інтегрованого периметра - від окремих рудних активів до повного замкненого циклу.

Важливим є і вплив вертикальної інтеграції на конкурентну поведінку щодо суперників. Після вертикальних поглинань у середньому та високотехнологічних галузях обробної промисловості зниження цінових надбавок є більш вираженим, оскільки саме в цих секторах існує найбільший простір для скорочення ціни [3, с. 3]. Оскільки металургія є технологічно інтенсивною галуззю, вертикальна інтеграція створює значні можливості для диференціації цін і збільшення конкурентної переваги.

Щодо впливу на формування стратегії через управління ланцюгом вартості, вертикальна інтеграція, порівняно з іншими типами інтеграційних стратегій, виступає найбільш безпосереднім механізмом координації діяльності підприємства, оскільки об'єднує різні стадії виробничого процесу в межах єдиного стратегічного управління. Водночас реалізація такої стратегії супроводжується низкою суттєвих ризиків, зокрема зростанням витрат на управління складними організаційними структурами, зниженням гнучкості та адаптивності до змін ринкового середовища, а також можливістю виникнення конфліктів інтересів між інтегрованими підрозділами [4, с. 71]. В металургійному контексті ці ризики виявляються у складнощах координації між гірничодобувними, металургійними та переробними підрозділами, що мають принципово різні операційні ритми та ринкові логіки.

Таким чином, вертикальна інтеграція формує конкурентну стратегію металургійного підприємства одночасно через два взаємодоповнюючі канали: по-перше, через усунення подвійної маржиналізації та здобуття цінової переваги на ринку кінцевої продукції; по-друге, через розширення контролю над ланцюгом вартості, що уможливлює системне управління якістю, ритмічністю поставок і технологічними стандартами впродовж усього виробничого циклу.

Вертикальна інтеграція не є випадковим організаційним рішенням - вона принципово змінює логіку побудови конкурентної стратегії металургійного підприємства. Контроль над суміжними стадіями виробничого ланцюга трансформує стратегічні пріоритети: замість реактивного пристосування до ринкових коливань цін на сировину та напівфабрикати підприємство отримує можливість проактивно управляти своєю витратною базою і ціновою позицією. Це, у свою чергу, зміщує конкурентну стратегію від тактичного цінового маневрування до довгострокового утримання структурної переваги, тієї, що формується не кон'юнктурою ринку, а архітектурою самого підприємства. Водночас розширення корпоративного периметра ускладнює управлінську структуру і підвищує координаційні витрати, що означає: стратегія вертикальної інтеграції є ефективною лише тоді, коли організаційна

спроможність підприємства здатна забезпечити реальну синергію між інтегрованими підрозділами, а не лише формальну приналежність до єдиної корпоративної структури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єрмоленко Г. Світове виробництво сталі у 2025 році скоротилось на 2% р./п. *GMK*. URL: [https://gmk.center/ua/news/svitove-virobnictvo-stali-u-2025-roci-skorotilos-na-2-r-r/#:~:text=У%20грудні%20цей%20показник%20зменшився,т%20\(+1,4%\).](https://gmk.center/ua/news/svitove-virobnictvo-stali-u-2025-roci-skorotilos-na-2-r-r/#:~:text=У%20грудні%20цей%20показник%20зменшився,т%20(+1,4%).) (дата звернення: 23.03.2026).
2. Біл Партіка Р., Лауреано Пайва Е. (2024), «Подолання розриву: сучасний стан вертикальної інтеграції». *Журнал управління РАУСП*, том 59, № 3, с. 229-255, DOI: <https://doi.org/10.1108/RAUSP-03-2023-0041> (дата звернення: 23.03.2026).
3. Bellucci C., Rungi A. Procompetitive effects of vertical takeovers. Evidence from the European Union. 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.12412> (date of access: 23.03.2026).
4. Myskiv G., Tahiyev Y. The impact of integration strategies on business growth and value chain development. *Management and Entrepreneurship in Ukraine: the stages of formation and problems of development*. 2024. Vol. 2024, no. 2. P. 66-76. URL: <https://doi.org/10.23939/smeu2024.02.066> (date of access: 23.03.2026).

УДК 338.2:352.07

Владислав СТЕМКОВСЬКИЙ,
Заступник міського голови Тернополя
Голова ГО «Асоціація сіті-менеджерів України»

СОЦІАЛЬНО ОРІЄНТОВАНЕ ПУБЛІЧНО-ПРИВАТНЕ ПАРТНЕРСТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ГРОМАД В УМОВАХ КРИЗОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

Сучасні кризові трансформації, зумовлені повномасштабною збройною агресією, інфляційними процесами та масовими міграційними переміщеннями, кардинально змінюють архітектуру просторового розвитку. Територіальні громади перетворилися на центри оперативного прийняття рішень, де безпосередньо формуються механізми адаптації до зовнішніх шоків. Водночас обмеженість фіскальних ресурсів місцевого самоврядування створює гостру потребу у залученні приватного капіталу не лише для інфраструктурного відновлення, а й для реалізації соціально значущих ініціатив. Саме тому



обґрунтування моделі соціально орієнтованого публічно-приватного партнерства як фундаментального інструменту забезпечення економічної резильєнтності територій потребує уваги через призму розбудови дієвої екосистеми, що базується на синергії наукових інновацій, стратегічного бачення бізнесу та соціальних запитів громад, перетворюючи їхню взаємодію на головний драйвер національного відродження. Кризові трансформації носять кумулятивний характер і проявляються через руйнування виробничих ланцюгів, скорочення місцевих бюджетів, інфляційний тиск та зміну демографічного профілю регіонів. У таких умовах економічна стійкість громади інтерпретується не як статична рівновага, а як динамічна здатність системи поглинати зовнішні шоки, швидко адаптувати внутрішні процеси та відновлювати функціональність. Дослідники зазначають, що резильєнтність локальних економік прямо залежить від поєднання здорове населення формує сталий попит на локальні товари і послуги, забезпечує надходження до місцевих бюджетів та створює ґрунт для інноваційного зростання. Економічна безпека в такому вимірі перестає бути виключно макроекономічним конструктом і перетворюється на локальну практику управління соціальними інвестиціями як превентивним механізмом проти системних дестабілізацій.

Попри очевидні переваги, інтеграція соціального інвестування в партнерські механізми стикається з комплексом інституційних та операційних перешкод, які потребують детального аналізу. Насамперед варто відзначити недосконалість законодавчої бази в умовах воєнного стану. Чинне регулювання публічно-приватного партнерства в Україні було розроблене переважно для інфраструктурних та комерційних проєктів, тому соціальна специфіка часто залишається поза увагою законодавця. Воєнний стан супроводжується тимчасовими обмеженнями у сфері державних закупівель, мораторіями на окремі види діяльності та пріоритетністю фінансування оборонних потреб, що ускладнює довгострокове планування соціальних концесій. Крім того, відсутні чіткі механізми тарифного регулювання для соціальних послуг, які надаються приватними партнерами, а також не визначено порядок компенсації інвесторам у разі форс-мажорних обставин воєнного характеру. Такі прогалини створюють правове поле високої невизначеності, що стримує надходження інвестицій у соціальну сферу на рівні громад.

Приватний сектор у таких умовах стикається з унікальним набором ризиків, які суттєво перевищують стандартні комерційні загрози. Фізичне руйнування об'єктів інфраструктури внаслідок бойових дій, різкі коливання валютних курсів, непередбачувані зміни попиту на послуги через міграційні потоки та регуляторна нестабільність формують високі бар'єри для входження на ринок соціальних інвестицій. Для мінімізації цих загроз необхідне впровадження спеціалізованих механізмів страхування та розподілу ризиків.



Серед ефективних інструментів можна виокремити державні гарантії часткового покриття збитків, створення регіональних гарантійних фондів під егідою міжнародних фінансових інституцій, а також використання програм воєнного страхування від міжнародних агентств на кшталт MIGA [3]. Додатково доцільним є розробка механізмів державно-приватного розподілу валютних та інфляційних ризиків через індексацію тарифів або компенсаційні платежі з місцевих бюджетів у разі недоотримання планових доходів інвестором. Такі заходи здатні збалансувати інвестиційну привабливість соціальних проєктів та забезпечити їхню фінансову стійкість у кризових умовах.

Водночас новий Закон України «Про публічно-приватне партнерство», прийнятий у 2025 році, суттєво модернізує інституційну модель реалізації таких проєктів. Відповідно до оновлених підходів, підготовка проєкту ППП здійснюється виключно за ініціативою публічного партнера, при цьому закон не передбачає загального механізму реалізації проєктів за приватною ініціативою у межах класичної моделі ППП. Такий підхід, попри його інституційну визначеність, водночас обмежує потенціал системи до швидкої адаптації до змін економічного середовища, оскільки приватний сектор, як правило, є більш гнучким, інноваційно орієнтованим та чутливим до змін попиту і технологічних трендів. Відсутність повноцінного механізму приватної ініціативи може стримувати запуск соціально значущих проєктів, особливо в умовах післявоєнного відновлення, де швидкість прийняття рішень та доступ до інвестиційного ресурсу мають критичне значення. Водночас закон запроваджує розширений інструментарій підготовки та структурування проєктів, передбачає більш гнучкі механізми розподілу ризиків, а також закріплює сучасні принципи економічної ефективності, екологічної стійкості та забезпечення доступності суспільно значущих послуг.

Не менш критичною залишається проблема довіри між органами влади, приватним бізнесом та громадою, яка часто стає прихованим бар'єром успішної реалізації партнерських ініціатив. Ця ситуація коріниться у тривалій історії неефективного використання державних ресурсів, непрозорості конкурсних процедур та недостатньому рівні комунікації між стейкхолдерами. Громадськість нерідко сприймає залучення приватного капіталу до соціальної сфери як спробу комерціалізації базових прав та зростання цін на послуги, що породжує соціальний опір. Бізнес, у свою чергу, стикається з ризиками адміністративного тиску, зміни політичних пріоритетів після місцевих виборів та відсутності незалежного арбітражу у спірних питаннях. Органи місцевого самоврядування часто не мають достатнього досвіду управління складними багаторічними контрактами, що знижує їхню переговорну спроможність та здатність контролювати виконання зобов'язань. Подолання цього трикутника недовіри вимагає системного впровадження принципів відкритості, залучення

незалежних експертних рад до оцінювання соціального впливу проєктів, створення публічних дашбордів з моніторингом виконання умов партнерства та регулярних громадських консультацій на всіх етапах життєвого циклу угоди.

Соціально орієнтоване публічно-приватне партнерство демонструє значний потенціал стати каталізатором економічної стійкості територіальних громад у період кризових трансформацій. Поєднання інфраструктурної ефективності приватного сектору з соціальною відповідальністю дозволяє компенсувати дефіцит бюджетних ресурсів та одночасно зміцнювати локальну безпеку через інвестиції в людський капітал та соціальну інфраструктуру. Ключовою умовою успіху виступає перехід від суто інфраструктурних рішень до комплексних моделей створення спільної вартості, де економічні показники нерозривно пов'язані з якістю життя населення. Подальший розвиток цього напрямку вимагає адаптації національного законодавства до умов воєнного та післявоєнного відновлення, створення інструментів хеджування специфічних кризових ризиків та побудови інклюзивних комунікаційних платформ між владою, бізнесом і громадою. Саме такий інституційно збалансований підхід забезпечить перетворення територіальних громад на резильєнтні системи, здатні не лише відновлюватися після шоків, а й генерувати нові джерела довгострокового економічного зростання та соціальної згуртованості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геєць В.М., Гриценко А.А. Загальний механізм та чинники стабілізації соціально-економічного розвитку України : монографія. 2022. Київ. 302 с. URL: <http://ief.org.ua/wpcontent/uploads/2022/08/Zagalnyj-mehanizm-ta-chynnyky-stabilizacii.pdf>
2. Porter, M. E., & Kramer M. R. Creating Shared Value. *Harvard Business Review*. 2011. №89, P. 62–77.
3. Ковтун М. В. Ризики публічно-приватного партнерства в розвитку соціального підприємництва. *Актуальні проблеми інноваційної економіки та права*. 2023. №3. С.65-70. <https://doi.org/10.36887/2524-0455-2023-3-10>

УДК 338.1:502.131.1]:352(477.7)

Сергій СТЕПАНЕНКО,

д.ф-м.н, професор

Ніна ХУМАРОВА,

д.е.н., професор, член-кор. НАН України

Олександр ЛАЙКО,

д.е.н., професор

Володимир ОСИПОВ,

д.е.н., професор

*ДУ «Інститут ринку та економіко-екологічних досліджень НАН
України»*

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА УПРАВЛІНСЬКІ АСПЕКТИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

Сталий соціально-економічний розвиток територіальних громад Одеської та Миколаївської областей, розташованих на узбережжі Тилігульського лиману (далі – мікрорегіон Тилігульського лиману), який включає Юженську міську громаду Одеського району, Визирську сільську громаду Одеського району, Курісовську сільську громаду Березівського району, Березівську міську громаду Березівського району, Березанську селищну громаду Миколаївського району, Коблівську сільську громаду Миколаївського району) неможливий без комплексної узгодженої між всіма зацікавленими сторонами стратегії сталого еколого-безпечного використання унікальних природних ресурсів Тилігульського лиману та прилеглих прибережних територій, які формують єдину складну екосистему.

Мікрорегіон Тилігульського лиману має значний потенціал для швидкого сталого розвитку [1, 2]. На території мікрорегіону розташовані Аджалицький транспортно-логістичний хаб, основу якого складає порт ТІС (найкрупніший за обсягами перевалки вантажів в Україні та другий у Чорному морі), Коблевський рекреаційний хаб, регіональний ландшафтний парк «Тилігульський». Тилігульський лиман розташований на узбережжі північно-західної частини Чорного моря, в 40 км від м.Одеси на кордоні Одеської та Миколаївської областей, і має міжнародний статус унікального природного об'єкта з численними природними ресурсами, які мають стати одними з головних рушіїв сталого соціально-економічного розвитку територіальних громад Одеської та Миколаївської областей, розташованих на узбережжі

Тилігульського лиману. Однак, на сьогодні ці ресурси (рекреаційно-курортний та туристичний потенціал, рибництво та аквакультура та інші) використовуються далеко не в повній мірі або взагалі не використовуються у більшості територіальних громад.

На заваді створення та розвитку Тилігульського екополісу [2] є проблеми управління лиманом як єдиною унікальною екосистемою, що привело до тривалої деградації його гідроекологічного стану [3]. Розпорошеність управління між обласними державними адміністраціями з їх численними відповідальними департаментами, районними держадміністраціями та територіальними громадами, а також те, що Тилігульський регіональний ландшафтний парк, поділений на дві територіально-адміністративні одиниці, має два центри управління – Одеську та Миколаївську обласні адміністрації, негативно впливає на якість управління територією, частина якої, за Рамсарською конвенцією, віднесена до водно-болотних угідь міжнародного значення.

Шляхам вирішення зазначених проблем присвячений розроблений науковцями Державної установи «Інститут ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України» проект Концепції Регіональної комплексної програми сталого використання природних ресурсів Тилігульського лиману та розвитку прилеглих прибережних територій на 2026-2035 роки. Розробка такої регіональної програми, яка стосується природних комплексів та територіальних громад, розташованих в Одеській та Миколаївській областях, має базуватися на комплексному науково-обґрунтованому підході до еколого-безпечного використання природних ресурсів Тилігульського лиману з урахуванням міжнародного досвіду та має включати:

- Підпрограму заходів, що забезпечують добрий гідроекологічний стан Тилігульського лиману, який є підґрунтям для реалізації задач сталого соціально-економічного розвитку Тилігульського мікрорегіону;

- Підпрограму заходів щодо розвитку клімато-бальнеогрязьової та туристичної зони Тилігульського лиману. Ці заходи сприятимуть формуванню сучасної моделі соціально-економічного та еколого-культурного простору, де природна унікальність і рекреаційно-оздоровчий потенціал поєднується з історичною автентичністю, а туризм виступає інструментом збереження природної й культурної спадщини та є каталізатором економічного відродження та сталого розвитку регіону та громад на території довкола Тилігульського лиману.

- Підпрограму заходів щодо сталого розвитку рибництва та аквакультури в Тилігульському лимані.



- Підпрограму заходів щодо удосконалення структури управління Тилігульським лиманом та розвитком прибережних територій, зокрема через створення Координаційної ради Тилігульського лиману.

До Регіональної комплексної програми можуть також додані інші блоки, які забезпечують реалізацію вищезазначених підпрограм. Наприклад, підпрограма розвитку транспортної інфраструктури Тилігульського мікрорегіону.

З метою підвищення керованості та прогнозованості реалізації Регіональної комплексної програми пропонується використати поетапний підхід, а саме зафіксувати три етапи її реалізації:

I етап (2026-2028 роки) – стабілізація гідроекологічного стану Тилігульського лиману та формування інституційної системи управління;

II етап (2029-2032 роки) – розвиток рекреаційно-оздоровчої, туристичної та аквакультурної інфраструктури;

III етап (2033-2035 роки) – масштабування економічних ефектів, інтеграція територій у національні та міжнародні програми розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Економіка вражень і природокористування: принципи інклюзивності та сталості / авт. кол.: Н.І. Хумарова, М.М. Петрушенко, К.О. Костецька [та ін.] ; за заг. ред. Н.І. Хумарової; НАН України, ДУ «Ін-т ринку і екон.-екол. досліджень НАН України» — Київ: Академперіодика, 2024. — 388 с.

2. Місцеве та регіональне самоврядування в Україні: сучасний стан та шляхи реформування / Б.В. Буркинський, О.Д. Кутателадзе, О.І. Лайко [та ін.] ; за заг. ред. Б.В. Буркинського та О.Д. Кутателадзе; ДУ «Ін-т ринку і екон.-екол. досліджень НАН України» — Одеса: ДУ «ІРЕЕД НАНУ», 2025. — 496 с.

3. Актуальні проблеми лиманів північно-західного Причорномор'я / авт. кол.: Є.Д. Гопченко, В.В. Адабовський, Ю.С. Тучковенко [та ін.] ; за заг. ред. Ю.С. Тучковенка та Є.Д. Гопченка; Одеський державний екологічний університет. — Одеса: ТЕС, 2012. 224 с.

УДК 31.314

Алла ТАРАСЮК

к.е.н., доцент,

доцент кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки

Андрій БАЛЯСНИЙ

здобувач,

Херсонський національний технічний університет,

м. Хмельницький



СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ МІГРАЦІЇ РОБОЧОЇ СИЛИ В УКРАЇНІ

Міграція робочої сили для України перестала бути локальною проблемою сьогодні вона формує демографічну, економічну й політичну траєкторію країни. В умовах військової агресії мобільність українців за кордон охоплює мільйони людей і помітно впливає на обсяги робочих ресурсів. Це робить тему надзвичайно актуальною як для наукового осмислення, так і для практичних рішень у період тривалої безпекової кризи та майбутньої відбудови.

Дослідженням суміжних тем присвчені роботи таких науковців як: Е. Равенштейн, Е. Лі, М. Тодаро, Д. Массей, Е. Лібанової, О. Малиновської.

Метою дослідження стало вивчення і оцінка процесів внутрішньої і міжнародної трудової міграції населення України та розробка рекомендацій щодо вдосконалення регулювання цих процесів.

Довгий час, особливо у період 2015–2021 років, трудова міграція населення виконувала в Україні функцію потужного макроекономічного стабілізатора. Приватні грошові перекази мігрантів залишалися одним із ключових джерел надходження іноземної валюти в Україну, стабільно перевищуючи обсяги прямих іноземних інвестицій. За даними Національного банку України, у передвоєнні роки ці надходження сягали еквіваленту 8–9% ВВП, що дозволяло компенсувати дефіцит торговельного балансу та підтримувати курс національної валюти [4].

Для мільйонів українських домогосподарств ці кошти слугували головним інструментом боротьби з бідністю, стимулюючи внутрішній споживчий попит та сферу послуг. Україна інтегрувалася у європейський економічний простір доволі специфічним чином: експортуючи не стільки високотехнологічну продукцію, скільки саму працю, яка потім поверталася в національну економіку у вигляді грошей.

Однак ця модель, попри свою короткострокову фінансову ефективність, сповільнила структурні зміни економіки, знижуючи стимули до модернізації виробництва та підвищення продуктивності праці всередині країни.

На початку повномасштабного вторгнення діаспора й трудові мігранти активно підтримували рідних в Україні: міжнародні оцінки фіксували зростання потоків грошових переказів як тимчасову реакцію на гуманітарну й економічну потребу, і саме завдяки цьому Україна отримала додатковий валютний потік, який пом'якшував шок перших місяців конфлікту [4].

Однак із часом структура мобільності змінилася: тисячі сімей виїхали за кордон не поодинокими робітниками, а цілими домогосподарствами і в багатьох випадках у них зникла необхідність регулярно пересилати значні кошти в Україну.



Переселенці, що влаштовувалися й працювали в країнах прийому, почали частіше витратити зароблене локально – на житло, харчування, інші нагальні потреби – або ж поступово інтегрувалися в місцеві ринки праці, тож раніше типовий механізм, коли один член родини працює за кордоном і підтримує тих, хто залишився, став менш розповсюдженим.

Унаслідок цього видимі надходження від приватних переказів почали знижуватися відносно передвоєнних піків. НБУ та інші аналітики відзначають, що після рекордних показників 2022 року обсяги приватних переказів демонстрували ослаблення в наступні роки, що відображає саме зміни у поведінці мігрантів та структуру їхнього переміщення [5].

З початком повномасштабного вторгнення соціально-економічні наслідки міграції набули виразно негативного забарвлення, перетворившись на фактор знищення національного людського капіталу.

Наймасштабнішим та найбільш болючим ударом стала втрата кваліфікованої робочої сили. Оскільки міграційна хвиля 2022–2024 років характеризується витоком осіб з високим освітнім рівнем, Україна зіткнулася з перетоком «мізків» на користь розвинених країн ЄС, які також страждають від старіння населення. Для України це означає поточний дефіцит кадрів, який вже зараз гальмує відновлення бізнесу, а також довгострокову втрату інноваційного потенціалу, необхідного для післявоєнної відбудови.

Критичним наслідком масового виїзду є стрімке погіршення демографічного навантаження на працююче населення. Вимивання працездатної долі населення при відносно стабільній кількості пенсіонерів негативно впливає на економіку країни. Звуження податкової бази внаслідок еміграції платників податків ставить під загрозу спроможність держави виконувати свої соціальні зобов'язання, зокрема виплачувати пенсії та забезпечувати систему охорони здоров'я.

Особливе занепокоєння викликає гендерна асиметрія сучасних міграційних процесів. Виїзд за кордон мільйонів жінок репродуктивного віку разом із дітьми створив загрозу демографічній ямі, глибина якої відчуватиметься десятиліттями. Економічна ціна цього явища вимірюється не лише втраченим ВВП сьогодні, а й невиробленим ВВП майбутніми поколіннями, які не народяться в Україні або виростуть та соціалізуються за її межами. Чим довше триває війна, тим глибшою стає інтеграція українських дітей у закордонні освітні системи, що перетворює тимчасовий прихисток на постійне місце проживання. Ризик неповернення цієї категорії мігрантів є найважчим економічним наслідком війни, оскільки він підриває саму основу ринку праці у майбутньому.

Крім того, міграція спричиняє суттєві регіональні диспропорції. Втрата населення не рівномірна: східні та південні індустриальні регіони зазнали



значного витоку населення, тоді як західні та центральні області зіткнулися з надмірним навантаженням на інфраструктуру через внутрішнє переміщення. Це руйнує усталені економічні кластери та логістичні ланцюги, вимагаючи значного перепланування економічної мапи України.

Так, сучасна міграційна криза стала для України найзначнішим економічним викликом з часів здобуття незалежності. Вона вийшла за межі питань ринку праці, перетворившись на фактор, що визначає межі можливого економічного зростання. Втрата людського капіталу, зниження внутрішнього споживання, дефіцит кадрів та загроза фінансовій стійкості формують складний комплекс проблем, і їх розв'язання вимагатиме не просто стабілізаційних заходів, а кардинально нової моделі економіки, здатної конкурувати за людей у глобальному світі.

В умовах повномасштабної війни та критичного демографічного спаду, формування ефективної міграційної моделі для України стає питанням національної безпеки та виживання економіки. Світовий досвід показує, що для країни, яка інтегрується у світове господарство, першочерговим завданням є створення конструктивної та раціонально збалансованої політики, що спирається на стратегічні орієнтири розвитку. Аналізуючи реалістичні сценарії для України, варто звернути увагу на досвід країн, що розвиваються, або країн з масовою еміграцією, які змогли перетворити відтік кадрів на інструмент розвитку. Доцільно ширше застосовувати інструменти й підходи, що реально можуть бути застосовані до умов України: такі, що поєднують підтримку діаспори в умовах тривалої кризи і створюють стимули для реєміграції у післявоєнний період.

Таким чином економічний вплив міграції виявився двостороннім. Приватні перекази протягом довоєнного періоду виконували роль макроекономічного буфера, підтримуючи попит і валютні надходження, але одночасно вони знижували стимул до внутрішньої модернізації та інвестування в трудовий потенціал. Повномасштабне вторгнення радикально змінило цю динаміку і значна частка виїздів стала сімейною та довготривалою, що зменшило стабільність потоків переказів і посилило демографічний ефект втрат. З огляду на виявлені проблеми виникла необхідність комплексного підходу, який поєднує оперативні рішення для захисту громадян за кордоном і стратегічні інструменти для збереження й повернення людського капіталу. Це включає підвищення якості та доступності консульських і цифрових сервісів, інтеграцію національних реєстрів з міжнародними базами даних, механізми визнання кваліфікацій, цільові фінансові інструменти та програми підтримки як висококваліфікованих фахівців, так і робітничих кадрів.

Подальші дослідження доцільно зосередити на деталізації програм реєміграції, фінансового інструментарію відбудови та механізмів інтеграції тих, хто повертається

ЛІТЕРАТУРА

1. Лібанова Е. М. Зовнішні трудові міграції українців: масштаби, причини, наслідки. Демографія та соціальна економіка. 2018. № 2 (33). С. 11–26.
2. Малиновська О. А. Міграційна політика: глобальний контекст та українські реалії : монографія. Київ : НІСД, 2018. 472 с.
3. Ravenstein E. G. The Laws of Migration. Journal of the Statistical Society of London. 1885. Т. 48, № 2. С. 167. URL: <https://doi.org/10.2307/2979181> (дата звернення: 30.11.2025).
4. World Bank Group. Remittances to reach \$630 billion in 2022 with record flows into ukraine. *World Bank*. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/05/11/remittances-to-reach-630-billion-in-2022-with-record-flows-into-ukraine> (дата звернення: 01.04.2026).
5. Рябокін М. І. *Національний банк України*. URL: https://bank.gov.ua/files/ES/Perekaz_q_en.pdf (дата звернення: 01.04.2026).

УДК 354:338.48

Сергій ЦВІЛИЙ

к. е. н., доцент,

доцент кафедри туристичного, готельного та ресторанного бізнесу,
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1720-6238>

СТІЙКИЙ ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК ІНДУСТРІЇ УКРАЇНИ У ПОВОЄННОМУ ПЕРІОДІ ЗА РАХУНОК ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ТУРИСТИЧНОГО ПРОДУКТУ

Оскільки стійкість розвитку є системною ознакою, закономірним є те, що стійкий характер туризму в повоєнному періоді може бути забезпечений лише в організованій частині простору [2]. Метою стратегічного планування та управління розвитком індустрії туризму України на національному рівні є формування на частині туристично-рекреаційного простору туристичних територіальних систем, а прагнення регіонів форсувати у своєму розвитку туристичну місію неминуче призведе до вирішення формування туристично-



рекреаційного комплексу для найбільш повної реалізації свого туристичного потенціалу [3]. Туристично-рекреаційним комплексом є різновид туристично-рекреаційної системи, що відрізняється високим ступенем внутрішньої взаємопов'язаності і сполученості елементів. Це цілеспрямовано сформована сукупність підприємств індустрії туризму, постачальників послуг та товарів, що забезпечують туристичні потреби на обмеженій території, яка має певні туристично-рекреаційні ресурси, туристичну і забезпечуючу інфраструктуру.

Особливістю структури туристично-рекреаційного комплексу є висока залежність ефективності інтеграції об'єктів індустрії туризму та їх ресурсної бази, інфраструктури території і факторів розвитку туристично-рекреаційної діяльності [7]. Тобто, це інфраструктурний каркас територіальної туристичної системи, сукупність об'єктів туристичної інфраструктури та інфраструктури забезпечення, яка за складом, обсягом і розміщенням у просторі адекватна можливостям реалізації туристичного потенціалу у повоєнному періоді.

Розробка регіональних повоєнних стратегій розвитку індустрії туризму покликана визначити ефективні шляхи, а також визначити умови еволюції регіонального туристично-рекреаційного простору або його частини у стан просторової системи [1]. Серед умов – оптимізація регіонального туристичного комплексу у часі (подолання сезонності) та у просторі. Дієвим механізмом у вирішенні цього завдання має стати диверсифікація туристичного продукту.

Загалом туристичний продукт – комплекс туристичних послуг, робіт, що супроводжують процес споживання туристичних послуг, а також товарів для туристів. Автор вважає доцільним визначити його різновиди, а саме: туристичний продукт оператора та туристичний продукт території. Перший є продуктом праці туropератора, первинною одиницею якого є тур на певний маршрут і в конкретні терміни. Так, категорія регіонального туристичного продукту безпосередньо асоціюється з дестинацією. З усього різноманіття її концептуалізації та визначень доречно згадати її як територію, що пропонує певний набір послуг, які відповідають потребам туриста, задовольняють його попит на перевезення, нічліг, харчування, розваги тощо, й є метою подорожі. Тобто, дестинація має розвинену індустрію туризму в сукупності компаній, що виробляють послуги та товари, здатні задовольнити туристичний попит. Безумовно, якщо комплекс цих послуг має стійкий попит, між оператором та індустрією туризму дестинації складаються відносини щодо їх виробництва, формування, просування та реалізації [5]. Така спільна діяльність підприємств індустрії туризму, туристичних операторів за підтримки органів публічної влади всіх рівнів формують, просувають національний туристичний продукт. Однак при випаданні з цього ланцюжка учасників туристичних операторів, як відбувається в процесі розвитку е-туризму, туристичний продукт у його регіональному контексті здатний відтворюватися і без зусиль туropератора.

Крім того, на повоєнному технологічному фоні розвитку індустрії туризму, при розвитку динамічного пакетування (технології формування і дистрибуції туристичного продукту в режимі онлайн) питання конкурентоспроможності на міжнародному туристичному ринку все більш вирішуються в координатах туристичного продукту регіону, ніж туристичного продукту операторського. Остання обставина, у свою чергу, актуалізує важливе питання про повоєнний розвиток вітчизняного туристично-рекреаційного простору та просування на міжнародний ринок регіональних туристичних продуктів країни після війни.

Диверсифікація туристичного продукту актуальна в контексті його регіонального інваріанту (регіональний туристичний продукт) і представляє процес ускладнення галузевої структури туристичного комплексу за рахунок появи та розвитку нових видів туристично-рекреаційної активності в регіоні. Поява і можливість стійкого розвитку нових видів туристично-рекреаційної активності в регіоні після війни буде визначатися такими факторами (рис. 1).

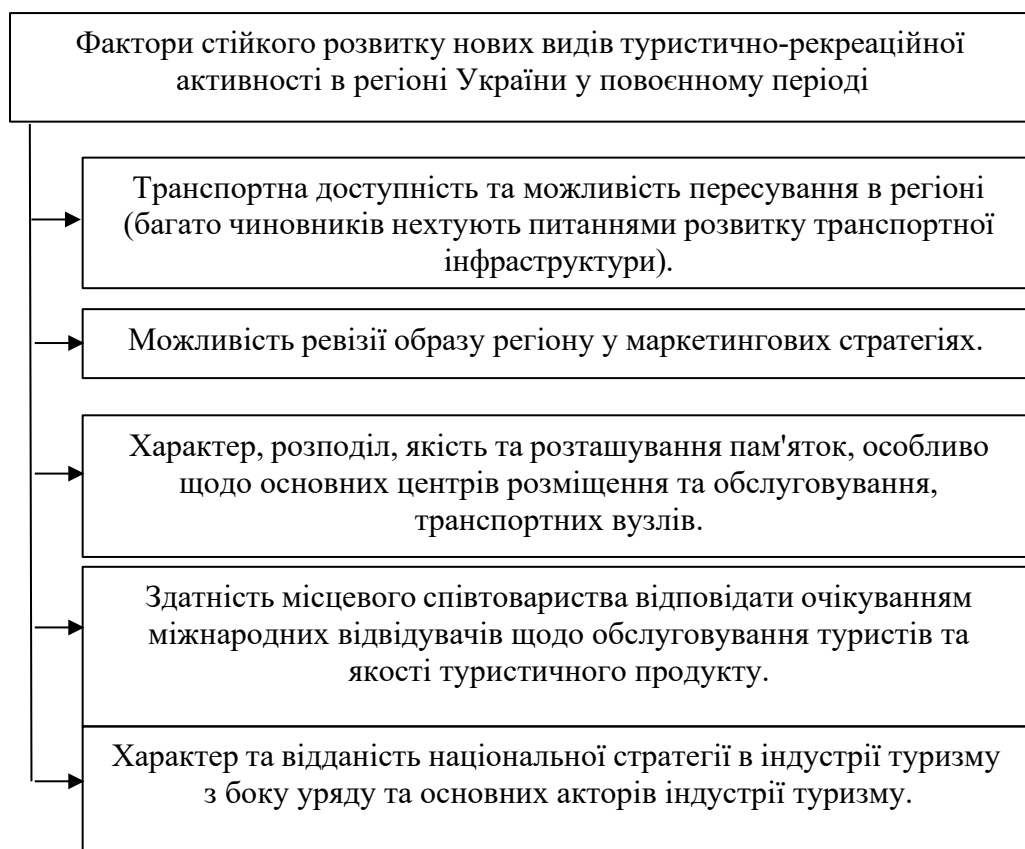


Рис. 1. Фактори стійкого розвитку нових видів туристично-рекреаційної активності в регіоні України у повоєнному періоді

Диверсифікація туристичного продукту є продуктовою інновацією в контексті здійснення публічної політики в туристичних дестинаціях, вирішенню низки задач оптимізації туризму регіону на засадах просторового розвитку [4]:



- подолання фактору сезонності: повне або часткове;
- подолання дії зовнішніх несприятливих факторів після війни, а саме: природно-кліматичних змін, геополітичних та екологічних ризиків;
- сприяння подальшому розвитку регіонального простору через появу нових способів реалізації його туристично-рекреаційного потенціалу.

Так, наприклад, вітчизняні гірські DESTИНАЦІЇ ще до повномасштабної війни потребували продуктових і технологічних інновацій, щоб йти в ногу зі зміною клімату, продовжуючи свій сезон і працюючи протягом усього року. У той час, коли українські регіони, які позиціонують себе ski resorts, все ще формують свій туристичний потік лише за рахунок «катального» сезону, такі гірські DESTИНАЦІЇ, як Revelstoke (Канада) та Vail (США) давно розвивають пригодницький, гастрономічний та етнографічний туризм у сезон «сухої землі» та літні туристичні потоки в них можуть навіть перевищувати зимові.

Вітчизняні DESTИНАЦІЇ змушені диверсифікувати ринкові портфелі для залучення туристів за умов наростаючої невизначеності та геополітичних ризиків. Зовнішні повоєнні ризики особливо проблематичні для територій, економіка яких значною мірою ґрунтується на доходах від туризму.

У більшості досліджень, які так чи інакше пов'язані з проблематикою управління розвитком туризму в регіонах, як суб'єкти регіональної політики найчастіше згадують органи державної влади (національного і регіонального рівнів), органи місцевого самоврядування, рідше підприємницькі структури [6]. Проте суб'єкти індустрії туризму повинні використовувати специфічні для діяльності властивості туристично-рекреаційного простору та виявляти щодо нього вибірковість і також реалізовувати регіональну політику, оптимізуючи власний економічний результат і сприяючи подальшому розвитку території. Так, підприємець опосередковано впливає на вироблення публічної політики просторового розвитку індустрії туризму України у повоєнному періоді та державної регіональної політики; він реалізує свою стратегію і тактику щодо простору, що обирає для реалізації інвестиційних проектів і функціонування діяльності, і, отже, є суб'єктом власної регіональної політики. В повоєнному періоді держава та суб'єкти підприємництва, мають збігтися у просторових пріоритетах, та сформувати регіональні туристично-рекреаційні кластери. З боку підприємців – це є процесом самоорганізації виробників, які спільно використовують сприятливі фактори виробництва, а з боку держави – це комплекс заходів щодо створення сприятливих умов для розвитку процесів кластеризації виробників. У підсумку, в сукупності пріоритетів регіональної політики держави і підприємництва після війни повинні бути сформовані регіональні ядра ефективного освоєння туристично-рекреаційного простору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондаренко Л. Дослідження програм розвитку туризму в регіонах України. *Індустрія туризму і гостинності в Центральній та Східній Європі*. 2023. №8. С. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.32782/tourismhospcee-8-1>.
2. Горюнова К. А. Стратегічне управління розвитком туристичного регіону на засадах сталого розвитку. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 53. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-55-109>.
3. Носирев О., Деділова Т., Токар І. Розвиток туризму та індустрії гостинності в стратегії постконфліктного відновлення економіки України. *Соціально-економічні проблеми і держава*. 2022. Вип. 1(26). С. 55–68.
4. Сокол Т.Г., Фастовець О.А. Регіональний вектор розвитку туризму в Україні. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. №1(78). 2022. С. 132–144.
5. Цвілій С. Конструктивна модель реалізації потенціалу індустрії туризму України в європейському геоekonomічному просторі. *Збірник наукових праць ТДАТУ імені Дмитра Моторного (економічні науки)*. 2024. № 1(50). С. 57–69. DOI: <https://doi.org/10.32782/2519-884X-2024-50-7>.
6. Цвілій С., Мамотенко Д., Бобрикін П. Підвищення стійкості регіону в цифровому просторі шляхом впровадження інтегрально маркетингових методів розвитку регіонального туризму. *Економічний простір*. 2025. №208. С. 268–278.
7. Tsviliy S., Mamotenko D. Strategic marketing mechanisms for the post-war development of the national tourist destination. *Маркетингові та організаційні механізми повоєнного розвитку галузі гостинності та туризму України* : моно. Харків : «ХПІ», 2026. С. 32–54. DOI: <https://doi.org/10.20998/978-617-05-0580-4>.

УДК: 658.7:005.52

Ольга ЧЕРНЕГА

здобувачка вищої освіти факультету менеджменту та маркетингу

Олександр БАЙЛО

здобувач PhD,

асистент кафедри менеджменту підприємств,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПЛАНУВАННЯ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

В умовах зростання глобальної конкуренції та нестабільності ринків логістика дедалі більше стає стратегічним інструментом зміцнення

конкурентоспроможності підприємств. За даними звіту Kearney/CSCMP «Стан логістики 2025», у США сукупні витрати на логістику становлять 8,7% від ВВП [1]. Це підкреслює необхідність оптимізації логістичних процесів для підвищення їхньої ефективності. При цьому ключову роль відіграє точність бізнес-прогнозування та планування попиту.

Логістична ефективність – це оптимальний баланс між витраченими ресурсами та отриманим результатом. Для її вимірювання використовується система показників, зокрема коефіцієнт ідеального замовлення (*від англ. Perfect Order Rate – POR*), своєчасне і повне постачання (*від англ. On-Time In-Full – OTIF*), оборотність запасів та загальні логістичні витрати [2]. Цільові бенчмарки для галузі споживчих товарів: POR – понад 90%, OTIF – 95–98%, оборотність запасів – 5–12 разів на рік [2]. Точність прогнозування відображає рівень відповідності між запланованими показниками попиту та фактичними даними. Вона визначається за допомогою таких метрик, як середня абсолютна відсоткова помилка (*від англ. Mean Absolute Percentage Error – MAPE*) та середньоквадратична похибка (*від англ. Root Mean Square Error – RMSE*) [3].

Взаємозв'язок між точністю прогнозування та економічною ефективністю логістики піддається кількісному аналізу. Підвищення точності прогнозування лише на 1% може забезпечити скорочення запасів на 7% і зменшення витрат на списання товарів на 9% [4]. Для компанії з річним оборотом 50 млн дол. США така зміна може принести економію понад 1,2 млн дол. США [5]. За наявними оцінками, впровадження інструментів штучного інтелекту в процеси прогнозування дає змогу знизити рівень запасів на 20–30% і загальні логістичні витрати на 5–20% [4]. Узагальнення основних кількісних ефектів підвищення точності планування наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Вплив точності планування на логістичні показники

Показник	Зміна при підвищенні точності
Рівень запасів	Зменшення на 7% при підвищенні точності на 1%
Втрати (списання товарів)	Зменшення на 9% при підвищенні точності на 1%
Витрати на утримання запасів	Зменшення на 20–30% при впровадженні сучасних технологій
Похибка прогнозування (MAPE)	Зменшення на 20–50% при використанні штучного інтелекту
Економія (при обороті 50 млн дол. США)	Понад 1,2 млн дол. США на рік
Загальні логістичні витрати	Зменшення на 5–20%

Джерело: складено авторами на основі [4–6].



Порівняльний аналіз методів прогнозування показує суттєву перевагу підходів на базі машинного навчання. Лише 64% компаній, які використовують традиційні методи, зокрема електронні таблиці та статистичні моделі типу ARIMA, досягають цільових показників точності, тоді як серед користувачів алгоритмів машинного навчання цей показник сягає 88% [4]. Завдяки здатності штучного інтелекту ефективніше обробляти нелінійні залежності та зовнішні сигнали, зокрема сезонність, цінові зміни та макроекономічні тренди, точність прогнозування може істотно підвищуватися. Натомість за використання класичних методів результати прогнозування виявляються менш гнучкими до змін середовища [4].

Сучасні підходи до управління ланцюгами постачання демонструють, що впровадження комплексних систем, заснованих на машинному навчанні, здатне суттєво оптимізувати логістичні витрати та підвищити ефективність планування. Зокрема, кейс компанії Sigmoid засвідчує, що використання AI-powered demand forecasting дало змогу підвищити ефективність планування замовлень на 30% [6]. Це підтверджує доцільність використання інструментів штучного інтелекту для вдосконалення процесів прогнозування попиту та управління запасами.

Ефективна система управління прогнозуванням передбачає впровадження регулярного моніторингу таких показників, як MAPE і RMSE, автоматизацію процесу оновлення моделей, а також урахування зовнішніх факторів, зокрема ринкових тенденцій та сезонних коливань. Для товарів із низьким обсягом продажів доцільнішим є використання зваженої MAPE, яка усуває спотворення, характерні для традиційної MAPE за малих величин попиту [3]. Відповідне покращення точності прогнозування позитивно впливає не лише на загальні витрати, а й на оптимізацію транспортних процесів завдяки уникненню термінових поставок і раціональнішому використанню складських приміщень [2].

Отже, точне планування відіграє важливу роль у досягненні логістичної ефективності, особливо в умовах ринкової нестабільності. Навіть мінімальне покращення якості прогнозування може призвести до мультиплікативного ефекту: одночасно скорочуються запаси та операційні витрати, а рівень обслуговування клієнтів зростає, що в підсумку підвищує загальну продуктивність логістичної системи. Кількісна оцінка цих ефектів є переконливим аргументом для обґрунтування інвестицій у сучасні системи планування та цифрові аналітичні рішення. Підприємствам доцільно впроваджувати інструменти машинного навчання, які здатні в середньостроковій перспективі забезпечити точніше прогнозування попиту та сприяти зниженню логістичних витрат. Це сприяє підвищенню адаптивності та стійкості ланцюгів постачання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kearney. *2025 State of Logistics Report: Executive Summary*. URL: <https://www.kenney.com/documents/d/asset-library-291362522/2025-state-of-logistics-executive-summary-pdf> (дата звернення: 15.04.2026).
2. Oracle NetSuite. *Key KPIs for Logistics*. URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/logistics-kpis-metrics.shtml> (дата звернення: 15.04.2026).
3. MetricGate. *RMSE vs. MAE vs. MAPE Compared*. URL: <https://metricgate.com/blogs/rmse-vs-mae-vs-mape/> (дата звернення: 16.04.2026).
4. Gartner. *Future of Supply Chain Planning 2026*. URL: <https://www.gartner.com/en/supply-chain/topics/future-of-supply-chain> (дата звернення: 17.04.2026).
5. Institute of Business Forecasting. *Why Do Businesses Need Forecasts?* URL: <https://ibf.org/knowledge/posts/why-forecasting-8> (дата звернення: 17.04.2026).
6. Sigmoid. *AI-powered demand forecasting improved order planning efficiency by 30%*. URL: <https://www.sigmoid.com/case-studies/ai-powered-demand-forecasting-improved-order-planning-efficiency-by-30/> (дата звернення: 18.04.2026).

УДК: 658.7:519.86

Вікторія ЧЕРНЮК

здобувачка вищої освіти факультету менеджменту та маркетингу

Олександр БАЙЛО

здобувач PhD,

асистент кафедри менеджменту підприємств,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

ТОЧНІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ

У сучасних умовах глобальної нестабільності та швидких змін ринкових відносин постає важливе завдання – досягти ефективної взаємодії між відділами маркетингу та логістики. Маркетингові заходи, спрямовані на стимулювання попиту через акції, промо-кампанії та розширення каналів продажу, формують попит на продукцію, тоді як логістика відповідає за забезпечення цього попиту товарами і послугами. Недостатня координація між

цими функціями може призводити до систематичних перебоїв у ланцюгах постачання [1].

Недостатня точність прогнозування попиту залишається однією з найбільш фінансово відчутних проблем у ланцюгах постачання. Згідно з актуальними дослідженнями, компанії, що працюють у сфері споживчих товарів, щорічно втрачають близько 5% річного доходу через помилки прогнозування [2]. У свою чергу, неефективне прогнозування може знижувати прибутковість підприємств на 20–30% [3]. Середня абсолютна відсоткова похибка прогнозування (*від англ. Mean Absolute Percentage Error – MAPE*) при використанні традиційних методів у роздрібній торгівлі для стабільних товарних категорій становить від 15 до 25%, а для промо-товарів та сезонних позицій – перевищує 40% [4].

Нестача узгодженості між маркетинговими стимулами попиту та логістичним плануванням призводить до виникнення так званого «ефекту батоба». Це явище характеризується тим, що навіть незначні зміни кінцевого попиту (близько 5%) можуть викликати непропорційно великі коливання замовлень на рівні виробника (до 40%). За оцінками Асоціації з управління ланцюгами постачання, цей ефект призводить до збільшення сукупних витрат на запаси в ланцюзі постачання на 25–40% [5].

Практичним підтвердженням зазначеної проблеми є результати діяльності вітчизняних компаній. Зокрема, за даними вебінару Retail Association of Ukraine та Smart Business, мережа супермаркетів Novus зафіксувала, що у третьому кварталі 2022 року точність прогнозу промо-продажів становила 120%, а частка втрат через надлишкові запаси складала 5,6% продажів [1]. Завдяки поступовому вдосконаленню процесів прогнозування ці показники було знижено до 105% у першому кварталі 2023 року, а втрати скоротилися до 3,8% [1]. Аптечна мережа АНЦ встановила допустиме відхилення від прогнозу в межах $\pm 3\text{--}5\%$, досягнувши у 2021 році відхилення лише на рівні 2% від запланованих показників [1].

Для подолання зазначених проблем застосовується широкий спектр методів підвищення точності прогнозування. Серед технологічних підходів ключову роль відіграє використання алгоритмів машинного навчання: ансамблевих методів та рекурентних нейромереж. Застосування таких технологій дозволяє знизити рівень MAPE до 5–15% порівняно з 15–40% при традиційних статистичних методах [4]. Паралельно активно розвивається процесний підхід – спільне прогнозування, планування та поповнення запасів [4].

Одним із найважливіших аспектів ефективного управління є застосування точності прогнозування як основного показника ефективності для менеджерів відповідних підрозділів. Впровадження системи показників ефективності на

основі MAPE, зваженої середньої абсолютної відсоткової помилки (*від англ. Weighted Mean Absolute Percentage Error – WMAPE*) та зміщення прогнозу дозволяє об'єктивно оцінити якість планування, виявити систематичні відхилення і оптимально розподілити відповідальність між відділами маркетингу і логістики [2]. Доцільно також впроваджувати показник точності прийнятих рішень, який оцінює якість управлінських рішень, прийнятих на основі прогнозу, з урахуванням балансу між рівнем витрат і якістю сервісу [2].

Міжфункціональна синхронізація досягається через впровадження процесу інтегрованого операційного планування (*від англ. Sales & Operations Planning – S&OP*) або його більш досконалої версії – інтегрованого бізнес-планування (*від англ. Integrated Business Planning – IBP*). Зокрема, компанії, які досягли високого рівня зрілості процесу S&OP, демонструють результати, наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Вплив впровадження S&OP на ключові показники ефективності підприємства

Показник	Ефект від впровадження S&OP
Рівень запасів	Зниження на 18–30%
Виручка	Зростання на 1–4%
Рівень обслуговування клієнтів	Зростання на 5–20%
Прибуток до сплати відсотків і податків	Зростання на 1–6%

Джерело: складено авторами на основі [3].

Водночас за даними аналітичних досліджень, близько 67% керівників ланцюгів постачання досі використовують електронні таблиці як головний інструмент планування, що значно зменшує потенціал для міжфункціональної координації [6].

Отже, точність прогнозування є не лише операційним показником, а й стратегічним інструментом, що сприяє узгодженню всіх ланок постачання. Впровадження системи показників ефективності, побудованої на основі метрик точності прогнозу, разом з цифровими технологіями міжфункціонального планування дає змогу підприємствам значно знизити операційні витрати, покращити якість обслуговування та забезпечити стійкість ланцюга постачання навіть в умовах ринкової нестабільності.

ЛІТЕРАТУРА

1. ЗА РАМКАМИ РИТЕЙЛІУ. Як точність прогнозування впливає на фінансові показники бізнесу, 2023. YouTube. URL: https://www.youtube.com/watch?v=7jxuPp_5-8M (дата звернення: 15.04.2026).

2. CenterGroup. Advanced Analytics in Supply Chain: Smarter Decisions for Competitive Companies. 2024. URL: <https://centergroupsa.com/en/advanced-analytics-in-supply-chain-smarter-decisions-for-competitive-companies/> (дата звернення: 15.04.2026).
3. The future of supply chain management: Addressing challenges with technology-driven solutions. Custom software engineering & staff augmentation company. URL: <https://globaldev.tech/blog/future-of-supply-chain-management> (date of access: 17.04.2026).
4. As-Siddeeqi M. Sales Forecast Accuracy Benchmarks: Machine Learning vs Traditional Methods. Articsledge. URL: <https://www.articsledge.com/post/sales-forecast-accuracy-machine-learning-vs-traditional-benchmarks> (дата звернення: 18.04.2026).
5. Aglowid IT Solutions. The Bullwhip Effect in Manufacturing Is Costing You More Than You Think. 2025. URL: <https://aglowiditsolutions.com/blog/bullwhip-effect-in-manufacturing/> (дата звернення: 18.04.2026).
6. Amazon Business. Driving Resilience and Revenue Growth in Manufacturing. 2023. URL: <https://business.amazon.com/en/blog/driving-resilience-revenue-growth-manufacturing> (дата звернення: 19.04.2026).

УДК 332.1:338.24

Ростислав ШАНДОВ,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ СТРАТЕГІЧНИХ АЛЬЯНСІВ У ПРОМИСЛОВОМУ СЕКТОРІ

Умови сучасної глобальної економіки характеризуються високою турбулентністю, геополітичною фрагментацією, циклічними збоями у логістичних мережах та посиленням регуляторного тиску в сфері сталого розвитку. У такому середовищі традиційна модель ізольованого корпоративного розвитку втрачає свою ефективність, а стратегічні альянси трансформуються з опціонального інструменту кооперації у ключовий механізм виживання та конкурентної адаптації промислових підприємств [1]. Стратегічний альянс у промисловості – це довгострокова, структурована форма партнерства між юридично та економічно незалежними компаніями, що поєднує матеріальні, технологічні та інтелектуальні ресурси для досягнення спільних стратегічних цілей без повного злиття капіталів чи зміни власності. На



відміну від разових контрактів чи вертикальних інтеграцій, альянси дозволяють зберігати організаційну автономію, одночасно формуючи синергетичний потенціал, необхідний для протидії макроекономічним шокам, дефіциту критичних матеріалів та технологічним розривам. Саме в умовах глобальної нестабільності альянс виступає інституційним буфером, що трансформує зовнішні загрози у керовані спільні проекти [2].

Актуальність дослідження зумовлена подвійним структурним викликом, що стоїть перед промисловістю з середини 2020-х років: парадигмальним переходом до Індустрії 4.0/5.0 та імперативом глибокої декарбонізації виробничих ланцюгів [3]. Цифрова трансформація вимагає масштабних інвестицій у кіберфізичні системи, промисловий інтернет речей (IIoT), машинне навчання та цифрові двійники активів, тоді як зелений перехід передбачає перебудову енергетичних моделей, впровадження технологій уловлювання вуглецю та реінжиніринг матеріальних потоків. Жодне підприємство, навіть транснаціонального масштабу, не здатне самотужки фінансувати, розробити, сертифікувати та масштабувати всі необхідні інновації в умовах жорстких бюджетних обмежень. Саме тому стратегічні альянси стають архітектурним каркасом нової промислової реальності, де конкурентна перевага формується не ізольованою компанією, а мережею взаємопов'язаних суб'єктів, здатною до швидкої реконфігурації під зовнішні імперативи [4].

Для українського бізнесу зазначена проблематика набуває критичної ваги в контексті післявоєнного відновлення та євроінтеграції. Руйнування виробничих потужностей, міграція інженерних кадрів, необхідність відповідності стандартам ЄС (зокрема, механізму СВІМ, вимогам до промислової безпеки, екологічного аудиту та due diligence у ланцюгах постачання) роблять ізольовану модернізацію неефективною. Стратегічні альянси з європейськими корпораціями, міжнародними фінансовими інституціями та науково-технологічними консорціумами стають основним каналом трансферу технологій, залучення грантових та кредитних ресурсів, а також інтеграції у відновлені регіональні ланцюги створення вартості. Україна розглядається партнерами як потенційний хаб для nearshoring-проектів, особливо в галузях машинобудування, хімічної промисловості, енергетики та оборонно-промислового комплексу, де попит на дуальні технології та стандартизоване виробництво стрімко зростає [5].

Мотивація бізнесу щодо створення промислових альянсів еволюціонувала від базового розподілу фінансових та операційних ризиків до комплексного доступу до унікальних R&D-компетенцій, патентних портфелів та експертизи в нішевих технологічних домених [4]. Сучасні підприємства прагнуть прискорити цикл виведення продуктів на ринок, мінімізувати капітальні витрати на фундаментальні дослідження та отримати доступ до кваліфікованих

інженерних кадрів і науково-дослідних інфраструктур партнерів. Важливим драйвером виступає синергія даних: обмін промисловими метриками в межах довірених середовищ дозволяє оптимізувати логістику, прогнозувати відмови обладнання, знижувати енергоспоживання та персоналізувати сервісне обслуговування. Для українських компаній мотивація до альянсів додатково посилюється необхідністю інтеграції в європейські інноваційні програми (Horizon Europe, IPCEI, Digital Europe), сертифікації за стандартами NATO/STANAG та виходу на міжнародні ринки через спільні тендери. Доступ до інституційної підтримки (EBRD, ЄІБ, програми Ukraine Facility) також умовами вимагає участі у консорціумах із верифікованою корпоративною управлінням та ESG-прозорістю [6].

Таким чином, альянс перестає бути інструментом економії масштабу і перетворюється на платформу спільного створення вартості, де наукові розробки трансформуються в комерційні рішення значно швидше завдяки прямій інтеграції академічних центрів, технологічних стартапів, виробничих гігантів та регуляторних агентів. Мотивація також посилюється необхідністю відповідності ESG-критеріям, оскільки інвестори та міжнародні покупці все частіше вимагають прозорого ланцюга постачання з верифікованим вуглецевим слідом.

Сучасні тенденції розвитку промислових альянсів формуються під впливом трьох взаємопов'язаних мегатрендів. Перший вектор – цифрова трансформація. Промислові підприємства все частіше об'єднуються навколо хмарних платформ, екосистем великих даних та рішень на основі штучного інтелекту. Прикладами є консорціуми виробників обладнання, програмних вендорів та телеком-операторів, що розробляють відкриті стандарти промислових хмар, забезпечуючи інтероперабельність обладнання різних брендів та безпечний обмін даними в режимі реального часу. Алгоритми машинного навчання, навчені на агрегованих даних кількох партнерів, демонструють вищу точність у прогнозуванні дефектів, оптимізації режимів різання та балансуванні навантаження на виробничі лінії. В українському контексті це проявляється у формуванні кластерів цифрової промисловості, інтеграції вітчизняних ІТ-рішень у європейські екосистеми та розвитку цифрових двійників критичної інфраструктури за підтримки державних та міжнародних програм.

Другий вектор – «зелений» перехід. Жорсткі кліматичні регуляторні вимоги, зокрема механізми СВМ у ЄС, національні стратегії декарбонізації та вимоги до розширеної відповідальності виробників, спонукають компанії формувати партнерства для розробки водневих технологій, модернізації теплоенергетичної інфраструктури та впровадження принципів циркулярної економіки. Такі альянси мають міжсекторальний характер, поєднуючи



металургію, хімічну промисловість, енергетику, утилізаторів та логістичні оператори в єдині декарбонізаційні консорціуми з чіткими дорожніми картами зниження Score 1-3 викидів [3]. Для України зелений перехід стає імперативом конкурентоспроможності: участь у європейських водневих хабах, модернізація ТЕЦ, впровадження циркулярних моделей та підготовка до СВМ-звітності вимагають партнерств із технологічними лідерами ЄС та фінансової інфраструктури сталих інвестицій.

Третій тренд – скорочення та регіоналізація ланцюгів створення вартості. Після серії глобальних шоків промисловість відходить від гіпероптимізованої моделі «just-in-time» на користь «just-in-case», формуючи регіональні стратегічні партнерства (nearshoring, friend-shoring). Це сприяє створенню компактних, стійких виробничих кластерів, де альянси будуються на основі географічної близькості, спільних технічних стандартів, взаємної диверсифікації поставок та синхронізації митно-логістичних процедур. Україна, завдяки митному союзу з ЄС, спрощеним процедурам транзиту та наявності кваліфікованої інженерної школи, позиціонується як стратегічний партнер для європейських корпорацій, що переносять виробничі потужності ближче до кінцевого ринку. Це створює унікальне вікно можливостей для формування прикордонних промислових альянсів у сфері металообробки, компоненти для ВДЕ, логістичної автоматизації та оборонних технологій.

Попри очевидні стратегічні переваги, створення альянсів у промисловому секторі має низку специфічних особливостей, що ускладнюють їх імплементацію та вимагають цілеспрямованого удосконалення управлінських механізмів. По-перше, промислові проекти характеризуються високою капіталомісткістю та тривалим циклом реалізації. Інвестиції в нові виробничі лінії, енергоефективне обладнання, системи автоматизації або цифрові інфраструктури окупаються протягом 5-12 років, що вимагає від партнерів розробки гнучких фінансових моделей, поетапного траншування коштів, прив'язки до досягнення технологічних віх (milestone-based funding) та наявності резервних механізмів хеджування валютних і процентних ризиків [4]. В українських реаліях цей виклик посилюється макроекономічною волатильністю, необхідністю залучення страхування воєнних ризиків (через MIGA, гарантійні програми ЄС) та адаптацією фінансових інструментів до умов відновлення.

По-друге, критичною проблемою залишається захист інтелектуальної власності та конфіденційних технологічних ноу-хау при обміні даними та спільній розробці. Інтеграція програмно-апаратних комплексів створює ризики несанкціонованого копіювання, зворотного інжинірингу або витоку критичних алгоритмів. Для мінімізації цих загроз промислові альянси впроваджують модульні архітектури співпраці, використовують технології розподілених

реєстрів для фіксації прав на ІВ та аудиту доступу, застосовують механізми «чистих кімнат» при спільних R&D-проектах та формують детальні угоди про розмежування прав на похідні технології, передбачаючи різні режими ліцензування залежно від ступеня участі кожного партнера. Для України особливо актуальним є удосконалення нормативно-правової бази щодо трансферу технологій, посилення інституційної спроможності Державної служби інтелектуальної власності та впровадження європейських стандартів due diligence для запобігання незаконному копіюванню та кіберзагрозам у спільних проектах.

Удосконалення механізму створення стратегічних альянсів у промисловості має ґрунтуватися на системному, етапному підході, що поєднує стратегічне планування, цифрову довіру, правову визначеність та адаптивне управління. На етапі ініціації доцільно впроваджувати багаторівневі скорингові моделі оцінки сумісності партнерів, що враховують не лише фінансову стійкість, а й технологічну зрілість (TRL), сумісність корпоративних культур, рівень кібербезпеки та готовність до відкритих інновацій [1]. На стадії структуризації альянсу необхідно стандартизувати процедури технологічного та правового due diligence, визначити чіткі алгоритми розподілу результатів інтелектуальної діяльності, створити спільні управляючі комітети з представників бізнесу, наукових установ та незалежних експертів, а також затвердити KPI, прив'язані до синергетичного ефекту, а не лише до фінансової звітності [4]. Операційна фаза має підтримуватися цифровими платформами моніторингу ефективності та смарт-контрактами, що дозволяють у реальному часі відстежувати виконання зобов'язань, рівень інтеграції процесів та відповідність ESG-критеріям. Важливим елементом удосконаленого механізму є проєктування гнучких «вихідних» процедур, що забезпечують цивілізоване розформування, масштабування або трансформацію альянсу без втрати ключових компетенцій, порушення конфіденційності чи судових конфліктів [1].

Для українського контексту вдосконалення механізму має включати створення національного координаційного офісу з управління промисловими альянсами, який забезпечував би методологічну підтримку, акредитацію партнерів, моніторинг відповідності стандартам ЄС та фасилітацію доступу до міжнародних фінансових інструментів. Доцільно також розвивати інститути спільних лабораторій, технологічні хаби при університетах та державно-приватні платформи для тестування пілотних рішень перед масштабуванням у межах альянсів [5, 6].

У найближчому десятилітті конкурентна боротьба відбуватиметься не між окремими корпораціями, а між цілісними інноваційно-виробничими екосистемами, здатними швидко адаптуватися до технологічних змін, регуляторних вимог та викликів кліматичної нейтральності. Успішність таких

екосистем залежатиме від якості механізмів управління альянсами, в тому числі, прозорості взаємодії, захищеності інтелектуальних активів, гнучкості фінансування та глибини інтеграції науково-дослідного потенціалу в комерційні процеси. Для української промисловості розвиток альянсових моделей відкриває стратегічний шлях до прискореної модернізації, інтеграції у європейські інноваційні мережі, спільного фінансування відновлювальних проєктів та формування конкурентоспроможного виробничого хабу в Центральній та Східній Європі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gulati R., Higgins M. C. Strategic alliances in times of uncertainty: Dynamic capabilities and institutional buffering. *Strategic Management Journal*. 2022. Vol. 43, № 5. P. 1120-1145.
2. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0/5.0: Final report of the Industrie 4.0/5.0 Working Group. Acatech, 2024 (updated ed.). 68 p.
3. Rennings K., Otto M. Green alliances and industrial decarbonization pathways: Evidence from European heavy industry. *Journal of Cleaner Production*. 2025. Vol. 385. Article 135678.
4. Belderbos R., Carree M., Lokshin B. Cooperative R&D and firm performance: The role of alliance diversity and knowledge absorption. *Research Policy*. 2022. Vol. 51, № 4. Article 104489.
5. Офіс з питань відновлення інфраструктури України. Національна дорожня карта індустріальної модернізації: механізми державно-приватного партнерства та міжнародної кооперації : аналіт. доп. Київ : УПІ, 2026. 72 с.
6. Європейська Комісія. Ukraine Facility & Industrial Cooperation Framework: Guidelines for cross-border strategic alliances. Brussels: EC, 2025. 56 p.

УДК 338.24:332.1

Наталія ШАНДОВА,

д.е.н., професор, завідувач кафедри

Економіки, підприємництва та економічної безпеки

Олексій ГЕНС,

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

Владислав ПАРФЬОНОВ,

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ВЗАЄМОДІЯ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА МЕХАНІЗМІВ ЗМІЦНЕННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПОЗИЦІЙ РЕГІОНУ

У сучасних умовах глибокої трансформації національної економіки, зумовленої наслідками повномасштабної війни, відновлювальними процесами та євроінтеграційними імперативами, традиційне розмежування мікро- та мезоекономічних рівнів втрачає свою аналітичну доцільність. Економіка регіону більше не розглядається як пасивне середовище функціонування бізнесу, а виступає активним учасником синергетичних процесів, де безпека окремого підприємства стає детермінантою стабільності всієї територіальної економічної системи [1]. Взаємозалежність між рівнями господарювання проявляється у тому, що стратегічна стійкість вітчизняних підприємств безпосередньо впливає на інвестиційний імідж, фінансовий потенціал та соціальну рівновагу регіону, тоді як якість регіонального інституційного середовища визначає ефективність внутрішніх систем економічної безпеки бізнесу. Економічна безпека підприємств у сучасному розумінні виходить за межі суто охоронних функцій і трансформується у стратегічний інструмент забезпечення довгострокової конкурентоспроможності.

Еволюція концепції економічної безпеки підприємства пройшла шлях від вузькотехнічного трактування як системи захисту матеріальних активів до комплексного стратегічного підходу, що охоплює фінансову, кадрову, інформаційну, інноваційну та репутаційну складові. Сучасна парадигма розглядає економічну безпеку як динамічну здатність суб'єкта господарювання адаптуватися до зовнішніх загроз, мінімізувати ризики втрати конкурентних переваг та забезпечувати стійке відтворення капіталу навіть у умовах високої невизначеності [2]. Такий підхід передбачає перехід від реактивної моделі реагування на інциденти до проактивного ризик-менеджменту, інтегрованого в корпоративне стратегічне планування. Паралельно трансформуються критерії оцінки конкурентоспроможності регіону: якщо раніше домінували показники обсягу промислового виробництва та рівня зайнятості, то сьогодні ключовими детермінантами виступають інвестиційна привабливість, інноваційний потенціал, якість інфраструктури, цифрова зрілість та рівень довіри бізнесу до інституцій влади.

Взаємозв'язок між цими категоріями найточніше описує модель «безпечне підприємство – сильний регіон», яка базується на принципах позитивного зворотного зв'язку та системної синергії. У межах цієї моделі підприємство з налагодженою системою економічної безпеки генерує стабільні грошові потоки, зберігає кваліфіковані кадри, інвестує у модернізацію та дотримується стандартів корпоративного управління. Це, у свою чергу,



підвищує фінансову віддачу регіону, зміцнює його інноваційну екосистему та формує позитивний імідж для зовнішніх інвесторів. Регіон, забезпечуючи прозорі правила гри, розвинуту логістику, доступ до фінансування та ефективну систему правового захисту, створює середовище, у якому корпоративні системи безпеки функціонують з меншими транзакційними витратами. Таким чином, формується замкнений цикл взаємного підсилення, де безпека бізнесу стає фундаментом регіональної конкурентоспроможності, а конкурентоспроможність регіону виступає гарантією довгострокової безпеки підприємств.

Конкурентоспроможність регіону безпосередньо вибудовується через здатність підприємств захищати власні кадри, підтримувати стабільні податкові відрахування та гарантувати безпеку інноваційних розробок у межах територіальних об'єднань.

Збереження та розвиток кадрового потенціалу є однією з ключових соціальних складових економічної безпеки підприємства. У умовах міграційних процесів та демографічних викликів, загострених військовими діями, здатність бізнесу утримувати фахівців, забезпечувати гідні умови праці та інвестувати у їхню перепідготовку безпосередньо впливає на людський капітал регіону. Підприємства з розвинутою системою соціальної безпеки формують локальні центри компетентностей, які стають ядром для створення інноваційних команд та стартап-екосистем. Це зменшує відтік мозків, підвищує продуктивність праці на мезорівні та створює основу для переходу регіону до економіки знань [3].

Фінансова стійкість великих платників податків виступає запорукою наповнення місцевих бюджетів та реалізації суспільно значущих інфраструктурних проєктів. Система економічної безпеки, що включає моніторинг ліквідності, управління дебіторською заборгованістю та хеджування валютних ризиків, дозволяє підприємствам уникати кризових станів і зберігати стабільні податкові надходження. У регіональному вимірі це означає фінансування доріг, енергоінфраструктури, закладів освіти та медицини, що безпосередньо покращує якість життя та інвестиційний клімат. Наявність фінансово стійких підприємств зменшує залежність регіону від трансфертів з державного бюджету та підвищує його автономність [4].

Захист інтелектуальної власності та технологічних секретів у межах регіональних кластерів формує основу для інноваційної кооперації. Коли підприємства впевнені у надійності правових механізмів захисту патентів, ноу-хау та комерційної таємниці, вони активніше залучаються до спільних НДДКР, обміну даними та створення технологічних альянсів. Це стимулює формування кластерів високої доданої вартості, які стають магнітом для венчурного капіталу та міжнародних партнерств. Ефективна система кібербезпеки та інформаційного захисту на рівні окремих підприємств, помножена на

регіональні ініціативи з кібергігієни, зменшує системні ризики для всієї територіальної економіки та підвищує її рейтинг у міжнародних індексах цифрової готовності [5].

Конкурентні позиції регіону зміцнюються шляхом впровадження механізмів державно-приватного партнерства у сфері безпеки, активної ролі місцевої влади у створенні захищеного бізнес-середовища та стимулювання інноваційної діяльності підприємств для підвищення загального інвестиційного рейтингу території.

Державно-приватне партнерство (ДПП) у сфері безпеки стає критично важливим інструментом синхронізації інтересів бізнесу та територіальних громад. Спільне фінансування та управління інфраструктурними проектами (логістичні хаби, промислові парки, енергонезалежні мікрорайони) дозволяє розподілити ризики та забезпечити фізичну стійкість критичних об'єктів. Окремим напрямом є кіберзахист: створення регіональних центрів моніторингу кіберзагроз, спільне впровадження стандартів ISO/IEC 27001, обмін інформацією про інциденти між підприємствами та правоохоронними органами. ДПП у цій сфері трансформує безпеку з приватної витрати у суспільне благо, що безпосередньо підвищує інвестиційну привабливість регіону [6].

Роль регіональної влади у створенні безпечного бізнес-середовища реалізується через інституційні механізми детінізації економіки та протидії рейдерству. Впровадження цифрових реєстрів прав власності, прозорих процедур перевірок бізнесу, медіації господарських спорів та швидкого судового захисту активів знижує рівень неформальних ризиків. Регіональні адміністрації, співпрацюючи з промисловими асоціаціями, можуть формувати «білі списки» добросовісних інвесторів та впроваджувати механізми превентивного моніторингу корпоративних конфліктів. Така політика зменшує страхові премії, прискорює процедури кредитування та формує репутацію регіону як території з передбачуваними правилами гри, що є ключовим фактором конкурентоспроможності в умовах глобальної мобільності капіталу [7].

Стимулювання інноваційної активності підприємств виступає потужним інструментом підвищення загального рейтингу регіону. Регіональні програми грантової підтримки, податкові канікули для R&D-проектів, створення інноваційних хабів при університетах та технологічних парках дозволяють трансформувати корпоративні системи безпеки у драйвери технологічного оновлення. Коли підприємства інвестують у безпеку не лише як у захист, а й у інноваційний потенціал (наприклад, впровадження штучного інтелекту для прогнозування ризиків, блокчейну для відстеження ланцюгів постачання), регіон отримує мультиплікативний ефект: зростання продуктивності,



експортний потенціал та інтеграцію у глобальні технологічні мережі. Це безпосередньо впливає на позиції області в національних та міжнародних рейтингах конкурентоспроможності, залучення прямих іноземних інвестицій та формування іміджу центру відновлювальної економіки.

Реалізація зазначених механізмів зміцнення конкурентних позицій регіону вимагає врахування низки критичних викликів та бар'єрів взаємодії, що виникають в умовах сучасних воєнних ризиків, недосконалої координації між місцевою владою та службами безпеки підприємств, а також необхідності адаптації вітчизняних систем захисту до стандартів ЄС у межах євроінтеграційних процесів.

Вплив воєнних ризиків на безпековий контур підприємств та інвестиційний імідж областей залишається системним викликом. Фізичні руйнування інфраструктури, логістичні розриви, перебої в енергопостачанні та підвищені страхові тарифи ускладнюють функціонування навіть найбільш стійких корпоративних систем безпеки. Інвестиційний імідж регіонів формується під тиском геополітичної невизначеності, що змушує інвесторів закладати премію за ризик у вартість капіталу. Попри наявність державних програм воєнного ризику та гарантій, їхнє покриття часто не відповідає реальним потребам бізнесу, особливо в прифронтових та деокупованих територіях, що гальмує відновлення виробничих потужностей та сповільнює формування конкурентних кластерів.

Проблеми координації між органами місцевого самоврядування та службами безпеки підприємств ускладнюють обмін критично важливою інформацією. Відсутність єдиних цифрових платформ для моніторингу загроз, різні стандарти звітності, адміністративні бар'єри та недостатній рівень довіри між секторами призводять до дублювання функцій та неефективного використання ресурсів. Служби безпеки підприємств часто працюють у режимі інформаційних «силосів», не інтегруючись з регіональними центрами управління кризами. Це зменшує спроможність до швидкого реагування на каскадні ризики (наприклад, поєднання кібератаки з логістичним колапсом) та підриває синергетичний потенціал взаємодії.

Адаптація систем безпеки до стандартів ЄС у процесі євроінтеграції регіонів вимагає значних інституційних та фінансових зусиль. Впровадження регламентів щодо захисту даних (GDPR), корпоративної сталості (CSRD), кіберрезильєнтності та екологічної відповідальності збільшує комплаєнс-навантаження на підприємства, особливо малого та середнього бізнесу. Регіональні адміністрації стикаються з необхідністю гармонізації законодавства, підготовки кадрів та створення інфраструктури верифікації, що в умовах обмежених бюджетів викликає дисбаланс між вимогами ЄС та реальними можливостями територій. Без цільової підтримки, технічної



допомоги та поетапного переходу існує ризик формування «двошвидкісної» економіки, де лише великі корпорації здатні інтегруватися в європейські ланцюги створення вартості, тоді як локальний бізнес втрачає конкурентні позиції.

Таким чином, економічна безпека бізнесу виходить за межі корпоративного рівня, виступаючи каталізатором регіональної стабільності через збереження людського капіталу, формування фіскальної бази та розвиток інноваційних кластерів. Модель «безпечне підприємство – сильний регіон» демонструє, що інтеграція корпоративного ризик-менеджменту з регіональними стратегіями розвитку створює позитивні ефекти масштабу та синергії. Для реалізації цього потенціалу необхідні цілеспрямовані механізми: розвиток ДПП у сфері кібер- та інфраструктурної безпеки, інституційне забезпечення детінізації та антирейдерського захисту, стимулювання інноваційної активності через регіональні програми підтримки R&D. Подолання воєнних ризиків, узгодження координації між секторами та поетапна адаптація до стандартів ЄС вимагають створення єдиної цифрової архітектури управління ризиками, розвитку інфраструктури довіри та інституційного капіталу регіонів. Лише через синергію корпоративної стійкості та регіональної стратегічної політики Україна зможе сформувати економіку, здатну витримувати зовнішні шоки та посідати гідне місце в європейському економічному просторі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білопольський Ю. В. Економічна безпека підприємства: теоретико-методологічні засади та практики впровадження. Київ: Центр учбової літератури, 2023. 312 с.
2. Мельник Л. Г. Стратегічне управління економічною безпекою бізнесу в умовах невизначеності. Економіка України. 2024. № 4. С. 45–58.
3. Державна служба статистики України. Людський капітал та зайнятість в умовах воєнного стану: аналітична довідка [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 15.03.2026).
4. Національний банк України. Фінансова стабільність регіонів: огляд та рекомендації. Київ: НБУ, 2025. 184 с.
5. Європейська комісія. Cybersecurity and Industrial Clusters: Best Practices for EU Member States and Candidate Countries. Brussels: EC, 2024. 142 p.
6. Міністерство економіки України. Державно-приватне партнерство у сфері безпеки та інфраструктури: методичні рекомендації. Київ: Мінекономіки, 2025. 96 с.

7. Офіс з питань євроінтеграції. Адаптація корпоративних стандартів безпеки до вимог ЄС: дорожня карта для регіонів України. Київ: Урядовий портал, 2026. 78 с.

УДК 332.1:338.24

Наталія ШАНДОВА,

д.е.н., професор, завідувач кафедри

Економіки, підприємництва та економічної безпеки

Сергій ГОДУНОВ,

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

СТРАТЕГІЧНА СПРОМОЖНІСТЬ ЯК ІМПЕРАТИВ ДОВГОСТРОКОВОГО ВІДНОВЛЕННЯ ПОСТКОНФЛІКТНИХ ТЕРИТОРІЙ

Сучасні підходи до відновлення регіонів, що постраждали від війни, часто обмежуються реалізацією точкових програм фінансової підтримки чи відбудови інфраструктури. Однак світовий досвід свідчить, що навіть значні ресурсні вливання не гарантують сталого економічного зростання, якщо відсутня системна здатність території інтегрувати ці інструменти у довгострокову траєкторію розвитку. Ключова проблема полягає у відсутності цілісного економічного розуміння стратегічної спроможності постконфліктного регіону. Це поняття має виходити за межі простого накопичення ресурсів і відображати інтегровану здатність системи забезпечувати стабілізацію, трансформацію та повернення конкурентних позицій в умовах невизначеності. Вирішення цього завдання вимагає переходу від фрагментарного аналізу до концепції, що поєднує ресурсні, інституційні, управлінські та безпекові компоненти в єдину модель.

Аналіз наукових джерел показує, що хоча питання регіонального розвитку та економічної стійкості досліджуються досить активно, більшість праць зосереджені на окремих детермінантах, таких як продуктивність чи економічна безпека. Існуючі моделі часто не враховують специфіку постконфліктної трансформації, де логіка економічної динаміки суттєво відрізняється від мирного часу. Зокрема, резильєнтність описує реакцію на шоки, але рідко охоплює довгострокову трансформацію, а інституційні концепції фокусуються на управлінні, не формуючи узагальненої моделі спроможності. Це створює прогалину в теоретичному обґрунтуванні інструментів, які б дозволяли оцінювати реальний потенціал регіону до відновлення не як статичний стан, а як динамічний процес.



У цьому контексті стратегічну спроможність доцільно трактувати як інтегровану економічну здатність соціально-економічної системи забезпечувати розширене відтворення шляхом ефективної мобілізації ресурсів та координації управлінських рішень [1]. На відміну від ресурсного потенціалу, який відображає лише наявність активів, стратегічна спроможність характеризує здатність їх структурованого поєднання відповідно до пріоритетів розвитку. Також її слід розмежовувати з конкурентоспроможністю, яка фіксує результативний стан, тоді як спроможність відображає процесуальну здатність підтримувати цей стан у довгостроковій перспективі. Економічна природа цього феномену проявляється через узгодженість трьох ключових вимірів: ресурсного, інституційного та управлінського, до яких додаються соціально-економічний та безпековий аспекти [2].

Структурна модель стратегічної спроможності базується на п'яти взаємопов'язаних складових. Ресурсна складова формує матеріальну базу, включаючи виробничий потенціал та інфраструктуру, проте в постконфліктних умовах важливою є не лише їх наявність, а й здатність до диверсифікації. Інституційна складова визначає якість правил гри, прозорість середовища та рівень довіри, що є критичним для залучення інвестицій. Управлінська складова відображає здатність влади та місцевих акторів формувати стратегічне бачення та координувати трансформаційні процеси. Соціально-економічна складова характеризує людський капітал та підприємницьку активність, які генерують внутрішню динаміку. Безпекова складова забезпечує захищеність системи від внутрішніх і зовнішніх загроз, мінімізуючи ризики повторної дестабілізації. Жодна з цих складових не є самодостатньою: надлишок ресурсів за слабких інституцій не забезпечує розвитку, а ефективне управління без ресурсної бази є обмеженим. Саме синергія компонентів формує системну характеристику регіону.

Важливою особливістю є динамічний характер стратегічної спроможності, який змінюється залежно від фази постконфліктного розвитку. На етапі стабілізації домінують безпекова та інституційна складові, що створюють умови для базової активності та повернення населення. У фазі відновлення та трансформації зростає роль управлінської й ресурсної складових, коли регіон мобілізує допомогу для довгострокових програм. У довгостроковій перспективі провідну роль відіграє соціально-економічна складова як джерело внутрішнього зростання, тоді безпекові та інституційні компоненти переходять у підтримувальний режим. Така фазова мінливість підтверджує, що стратегічна спроможність є процесом постійного відтворення, а не фіксованим набором характеристик.

Для практичного застосування концепції необхідне відповідне оцінювання, яке б ґрунтувалося на системі принципів, враховуючих фазовість



відновлення та чутливість до управлінських рішень. Ключовими принципами виступають інтегрованість аналізу всіх складових, динамічна релевантність показників залежно від етапу розвитку, адаптаційна спрямованість на трансформацію, стійкість до повторних шоків та управлінська зумовленість. Система показників має поєднувати індикатори поточного стану з параметрами динаміки відновлення та структурної трансформації. Зокрема, для ресурсної складової важливими є темп відновлення інвестицій та диверсифікація діяльності. Інституційна спроможність вимірюється через стійкість регуляторного середовища та довіру агентів. Управлінська ефективність відображається у швидкості реакції на кризові зміни та координації. Соціально-економічний розвиток відстежується через відновлення підприємництва та міграційний баланс, а безпека — через енергетичну автономність та фінансову стійкість бюджетів.

Такий підхід дозволяє інтерпретувати стратегічну спроможність не як статичну діагностику, а як інструмент аналізу здатності до довгострокового зростання в умовах нестабільності. Інтегральна оцінка має враховувати комплементарність складових, оскільки їх взаємодія формує додатковий ефект. Це створює методичне підґрунтя для обґрунтування стратегічних рішень у сфері регіональної політики, дозволяючи поєднати короткострокові заходи стабілізації з цілями структурної модернізації.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що формування стратегічної спроможності є системоутворюючою основою відновлення постконфліктних регіонів. Запропонована концепція долає фрагментарність існуючих підходів через поєднання взаємопов'язаних складових у єдиній структурній моделі. Врахування фазовості трансформації дозволяє розглядати розвиток регіону як послідовність змін у співвідношенні стабілізаційних та трансформаційних компонентів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на емпіричну апробацію цього підходу та розроблення інструментарію для практичного застосування в системі стратегічного планування, що дозволить забезпечити не лише компенсацію втрат, а й створення нових джерел економічного зростання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шандова Н., Генс О., Годунов С. Економічні механізми відновлення та підвищення конкурентоспроможності постконфліктних регіонів. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*. 2025. Т. 344, № 4. С. 197-202. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-344-4-26>
2. Sutton J., Mendez P., Arku G. Regional economic resilience and post-crisis growth paths: hysteresis and homeorhesis. *Journal of Economic Geography*. 2025. Р. 1–18. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbaf034>

УДК 331.101.262

Тетяна ШРАМ

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансів, обліку та оподаткування*

Анна ЛИТВИНЕНКО

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет*

ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ ЯК КЛЮЧОВИЙ РЕСУРС ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ПРОБЛЕМИ СУТНОСТІ ТА ВАРТІСНОГО ВИМІРУ

У сучасній економічній парадигмі людський капітал трансформувався з допоміжного фактора виробництва у головний стратегічний ресурс. Фундатори теорії, зокрема Т. Шульц та Г. Беккер, визначили людський капітал як сукупність знань, навичок і мотивацій особистості, що мають економічну цінність [1, с. 90]. Проте сьогодні сутність людського капіталу слід розглядати ширше - як динамічну систему, що включає не лише професійні компетенції, а й психофізичний стан, ціннісні орієнтації та соціальні зв'язки.

Ключовою ознакою людського капіталу є його здатність до самозростання: на відміну від фізичного капіталу, який зношується в процесі експлуатації, людський капітал при інтенсивному використанні може накопичуватися та вдосконалюватися (ефект «learning by doing»). Проблемним аспектом визначення залишається розмежування між «робочою силою» та «капіталом». Якщо робоча сила - це лише здатність до праці, то людський капітал - це вже інвестований ресурс, який потребує постійних витрат на підтримання та оновлення.

На рівні підприємства людський капітал є фундаментом інноваційної сприйнятливості [2, с. 101]. У цифрову епоху конкуренція ведеться не за доступ до сировини, а за швидкість генерування ідей. Високий рівень людського капіталу дозволяє компаніям мінімізувати трансакційні витрати, покращувати якість управлінських рішень та створювати унікальні продукти з високою доданою вартістю.

Для України в цілому роль людського капіталу є критичною в контексті національної безпеки та повоєнного відновлення. Масштабна депопуляція, міграційні процеси та руйнування освітньої інфраструктури створюють ризик «інтелектуальної пустелі». Формування економіки знань в Україні можливе лише за умови збереження людського ядра, що здатне працювати з високими



технологіями та забезпечувати обороноздатність країни [3, с. 151]. Людський капітал сьогодні - це не просто економічна категорія, а фактор виживання суб'єкта господарювання та держави в глобальному конкурентному середовищі.

Для ефективного управління необхідно чітко диференціювати складові людського капіталу. До базового рівня належить капітал здоров'я (фізична витривалість, ментальна стійкість), що є передумовою будь-якої діяльності. Другий рівень - освітній капітал (фундаментальні та спеціальні знання), який в сучасних умовах доповнюється концепцією «lifelong learning» (навчання впродовж життя). Третій рівень - професійний капітал або «кваліфікація», що формується безпосередньо на робочому місці. Важливе місце посідає інтелектуальний капітал (здатність до творчості, винахідництва) та соціальний капітал (довіра, культура спілкування, ділова репутація). Окремо варто виділити психологічний капітал - стійкість до стресів та адаптивність, що стало визначальним фактором для українських підприємств у період воєнного стану [1, с. 92].

Найбільш дискусійним питанням залишається методологія оцінки людського капіталу. На відміну від матеріальних активів, людський капітал не має чіткої інвентарної вартості. Основні проблеми включають:

- труднощі ідентифікації: неможливо точно виокремити, яка частка прибутку отримана завдяки обладнанню, а яка - завдяки таланту працівника;
- суб'єктивність вартісного виміру: існуючі методи (витратний - за сумою інвестицій в освіту та медицину, капіталізаційний - за дисконтованим доходом майбутніх періодів) мають значні похибки. Витрати не завжди гарантують якість капіталу, а майбутні доходи важко прогнозувати через ринкову нестабільність;
- відчуженість активу: людський капітал неможливо продати окремо від носія. Для підприємства це створює ризики «неповоротних інвестицій»: компанія витрачає кошти на навчання спеціаліста, який може перейти до конкурента;
- моральне старіння: у високотехнологічних галузях (ІТ, біотехнології) знання знецінюються швидше, ніж амортизується обладнання. Стандарти бухгалтерського обліку поки що не дозволяють адекватно відображати людський капітал у балансі підприємства як актив.

Подолання проблем оцінки та розвитку людського капіталу потребує системного підходу. По-перше, на рівні підприємств необхідно впроваджувати системи HR-аналітики, що оцінюють не лише витрати на персонал, а й рентабельність інвестицій у навчання (ROI). По-друге, на державному рівні пріоритетом має стати відновлення людського потенціалу через реформування сфери охорони здоров'я та переорієнтацію освіти на потреби реального сектору

економіки [4, с. 171]. Для України критично важливо створити умови для репатріації «мізків» та стимулювати внутрішні інвестиції в людський капітал через податкові пільги для бізнесу, що фінансує науку та освіту. Лише визнання людини найвищою цінністю та основним капіталом дозволить країні здійснити технологічний прорив та забезпечити сталий розвиток.

ЛІТЕРАТУРА

1. Красностанова Н., Смолкін М., Камінський Д. Управління розвитком людського капіталу як складової потенціалу регіону в умовах повоєнного відновлення. *Наукові праці Міжрегіональної академії управління персоналом*. 2025. Вип. 4(80). С. 89-95.
2. Бенько Н. М. Взаємозв'язок структури людського капіталу та інвестицій у людський капітал. *Бізнес Інформ*. 2020. № 10. С. 96-104.
3. Коритько Т. Ю. Особливості розвитку ринку праці при формуванні кадрової стратегії підприємства в умовах цифрової трансформації. *Економічний вісник Донбасу*. 2025. № 3 (81). С. 150-160.
4. Белінська Я., Шараєнко О. Особливості оцінки людського капіталу. *Нарощування фінансово-економічного потенціалу суб'єктів економічних відносин як основа поступального розвитку територіально-господарських систем : монографія*. Т. : ФОП Паляниця В.А., 2021. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35265>

УДК: 331.101.3:331.102.12

Вікторія ШУКЛІНА

к.е.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму

Дарина НОВИЦЬКА

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

Херсонський національний технічний університет,

м. Хмельницький

ЗОВНІШНЯ МОТИВАЦІЯ ПРАЦІ ПЕРСОНАЛУ ЯК УПРАВЛІНСЬКИЙ АСПЕКТ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

В сучасних умовах господарювання зростає значення людського фактора як визначальної складової результативності діяльності підприємства, а отже особливої уваги потребує забезпечення належного рівня мотивації персоналу. Саме зовнішня мотивація виступає ключовим чинником формування



високопрофесійного і відповідального трудового колективу, здатного забезпечити сталий розвиток як стратегічний інструмент побудови екосистеми, де продуктивність працівника синхронізована з довгостроковими цілями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що питання мотивації персоналу є предметом наукового інтересу як вітчизняних, так і зарубіжних учених, серед яких значний внесок зробили А. Колот, С. Цимбалюк, В. Врум, А. Маслоу та інші дослідники. У наукових працях розглядаються як теоретичні підходи до визначення сутності мотивації, так і практичні аспекти формування сталих систем мотивації на підприємствах, однак проблема підвищення їх результативності залишається актуальною і потребує подальшого вивчення.

Мотивація персоналу є однією з ключових умов сталого функціонування підприємства, оскільки забезпечує активізацію трудової діяльності, формування їх ініціативності, орієнтацію на досягнення сталих результатів праці, реалізацію своїх здібностей та досягнення високих цілей [1]. Результативне управління персоналом неможливе без належного мотиваційного забезпечення процесів формування поведінки працівників, їх зацікавленості, яке виступає важливим чинником формування сталих конкурентних переваг підприємств, створення згуртованого, відповідального та високопрофесійного трудового колективу.

Зовнішня мотивація персоналу реалізується через систему стимулів, які виступають зовнішніми факторами впливу на поведінку працівника та забезпечують його спонукання до трудової діяльності. Стимули розглядаються як певні винагороди або блага, які працівник може отримати за умови виконання визначених завдань і функціональних обов'язків, що створює зацікавленість у досягненні необхідних результатів праці. Саме через систему стимулів здійснюється вплив на поведінку працівника, формуються відповідні мотиви та забезпечується спрямованість його діяльності на досягнення цілей підприємства. Стимули є складовою мотиваційного механізму поряд із потребами, інтересами та мотивами і виступають важливим інструментом активізації діяльності персоналу. Особливе місце в системі зовнішньої мотивації займають матеріальні стимули, які безпосередньо пов'язані із задоволенням потреб працівника та мають вирішальний вплив на його трудову активність [2]. До таких стимулів належать заробітна плата, премії, доплати та інші форми матеріальної винагороди, що формують компенсаційний пакет працівника і виступають основним засобом стимулювання праці. Матеріальна винагорода розглядається як один із ключових елементів мотиваційної системи, що забезпечує узгодження інтересів працівника і підприємства та стимулює до підвищення результативності трудової діяльності. Аналіз наукових джерел приводить до розуміння того, що існує пряма залежність між розміром заробітної плати, рівнем задоволеності працею та трудовою активністю працівників, що свідчить про визначальну роль матеріальних стимулів у



формуванні результативної поведінки персоналу. Саме мотивація є визначальним чинником сталого використання людського капіталу [3]. Це зумовлює необхідність формування ефективної системи мотивації персоналу, яка забезпечує підвищення трудової активності, якості виконання роботи та загальної результативності діяльності підприємства.

Законодавче забезпечення зовнішньої мотивації праці персоналу ґрунтується на нормах трудового законодавства за Кодексами законів про працю України, які визначають сутність, умови та порядок оплати праці як ключового управлінського інструменту стимулювання трудової діяльності [4]. Заробітна плата обчислюється, як правило, у грошовому виразі, відображає безпосередній зв'язок між результатами праці та матеріальною винагородою, дозволяє її розглядати основним інструментом зовнішньої мотивації, спрямований на підвищення трудової активності працівників. Організація системи оплати праці передбачає використання різних форм і механізмів стимулювання з урахуванням складності виконуваних робіт і кваліфікації працівників. Тарифна система включає тарифні сітки, ставки, посадові оклади та інші елементи, які забезпечують диференціацію заробітної плати залежно від трудового внеску працівника. Водночас передбачена можливість встановлення систем оплати праці на рівні підприємства через колективні договори або відповідні нормативні акти індивідуалізації процесів стимулювання персоналу з урахуванням специфіки цілей діяльності та відповідних результатів. Замість разових премій за надмірні зусилля (які ведуть до вигорання), впроваджуються бонуси за стабільні KPI протягом тривалого часу з метою запобігання переваги швидких показників, що шкодить якості продукту. Працівники мотивуються участю в ESG-ініціативах (екологічні проєкти, волонтерство) [5]. Це створює зовнішній стимул, який трансформується у відчуття причетності до глобально важливих справ, що продовжує термін роботи співробітника. Система стимулів враховує потреби різних соціальних груп, забезпечує високий рівень утримання персоналу, знижуючи плинність кадрів (що є ключовим показником сталого управління). Важливим елементом зовнішньої мотивації є також забезпечення регулярності та своєчасності виплати заробітної плати, що закріплено на законодавчому рівні. Така регламентація забезпечує стабільність отримання доходів працівниками, виступає важливим фактором підтримання їх трудової активності та зацікавленості у результатах праці та сталості успіху підприємства [6].

Отже, зовнішня мотивація праці персоналу традиційно базується на застосуванні матеріальних стимулів та інших форм винагороди, що ініціюються ззовні в т.ч. пряма винагорода, статус і визнання, умови праці, як ключового управлінського інструменту впливу на результативність трудової поведінки персоналу та формування їх зацікавленості у досягненні високих цілей праці,

що має перейти від короткострокових бонусів до системи стабільних стимулів за вимогами сталості фінансових та людських ресурсів у майбутньому. В управлінському аспекті це проявляється через: мотивацію на тривалість, соціальну відповідальність, інклюзивність та добробут, що реалізуються на пріоритеті принципів справедливості, гнучкості та довгостроковості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пустовіт О., Басюк Ю. Сутність мотивації персоналу як основа розвитку підприємства. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. 2021. №3(76). С. 47-63. DOI: <https://doi.org/10.31375/2226-1915-2021-3-47-63>
2. Гнаткевич М. Як покращити мотивацію: для чого ви це робите. Зовнішня мотивація: коли вами рухають інші. URL: <https://hnatkevych.com/blog/2025/yak-pokrashhyty-motyvacziyu/> (дата звернення: 12.02.2026 р.)
3. Мотивація команди: як мотивувати співробітників для кращих результатів. Surwise. 2025. URL: <https://surwise.pro/ua/rishennia-motyvatyia-komandy> (дата звернення: 27.02.2026 р.)
4. Кодекс законів про працю України. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/322-08#Text> (дата звернення: 12.02.2026 р.)
5. Медяник Ю. Принципи управління сталим розвитком підприємства як стратегічний орієнтир підвищення його конкурентоспроможності. Управління економікою та фінансами. 2025. №4(3). С. 111-125. DOI: [10.46299/j.isjmef.20250403.12](https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20250403.12)
6. Семикіна М. Мотиваційні механізми розвитку економіки на етапі євроінтеграції: монографія. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. 281 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/578b73e9-2f7c-4afd-ba68-1d80db13e876/content> (дата звернення: 12.02.2026 р.)

УДК 005.941:005.32:330.14

Вікторія ШУКЛІНА

*к.е.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу і туризму,
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький
Анна ОСАДЧА
здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет
м. Хмельницький*



МОТИВАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО РЕЛЯЦІЙНОГО КАПІТАЛУ ТА ESG-РЕЙТИНГУ ПІДПРИЄМСТВ

Сучасна парадигма сталого розвитку бізнесу в умовах глобальної невизначеності ґрунтується на визнанні стратегічної пріоритетності соціальних зв'язків та репутаційних активів як фундаментальних драйверів капіталізації. Динамічна ESG-трансформація та цифровізація бізнес-середовища вимагають перегляду традиційних контрольно-адміністративних підходів на користь людиноцентрованого менеджменту, де внутрішній реляційний капітал набуває статусу ключового нематеріального активу. У контексті цих змін класичні методи моніторингу поступаються місцем здатності організації проектувати гнучкі, детерміновані високою довірою та психологічною безпекою партнерські відносини, що формують стійку екосистему корпоративної взаємодії.

Дослідженню природи реляційного капіталу як фундаментальної основи для розбудови високопродуктивної мережевої взаємодії присвятили свої праці провідні зарубіжні науковці, зокрема Я.Е. Вальне, Л. Едвінссон, Я. Йохансон, М. Мелоун, а також вітчизняні Л.Г. Ліпич, О.А. Хілуха, М.А. Кушнір. У межах їхніх наукових пошуків цей актив ідентифікується як багатогранний ресурс: від класичних підходів щодо накопичення активів до складних ієрархічних моделей інтелектуального капіталу. У таких структурах система внутрішніх зв'язків та імперативів довіри виступають ключовими детермінантами формування ринкової вартості та реляційної синергії підприємства. Попри вагомі напрацювання, прикладні аспекти імплементації мотиваційних механізмів, здатних стимулювати персонал до активної розбудови внутрішніх відносин, наразі потребують подальшого уточнення.

У сучасних господарських реаліях забезпечення стратегічної конкурентоспроможності потребує формування ESG-орієнтованого середовища, яке не лише детермінує фінансові успіхи, а й гарантує сталу еволюцію капіталу відносин. Реалізація стійких реляційних активів як соціальної складової (S) сталого розвитку вимагає відповідності характеру взаємин обраній концепції людиноцентрованого менеджменту. Перехід до новітньої парадигми змушує бізнес-суб'єктів орієнтуватися не лише на традиційні мультиплікатори, а й на ESG-індикатори вартості нематеріальних активів, де домінуючу роль відіграє архітектура внутрішньої організаційної взаємодії. Саме тому центральне місце у системі менеджменту персоналу посідає внутрішній реляційний капітал – інтегрована екосистема інтелектуальних активів, що охоплює знання, процедурні стандарти та методики, які формують фундамент психологічної безпеки. Його природа полягає у генеруванні специфічних ресурсів внутрішніми стейкхолдерами на засадах партнерства та реляційної синергії. Ефективне управління даним



активом дозволяє конвертувати лояльність фахівців у стратегічний результат, оскільки конструктивна архітектура взаємин безпосередньо корелює із якістю інтелектуального продукту та ESG-показниками залученості персоналу [1].

Водночас процес капіталізації внутрішніх відносин часто стикається з комунікативною деструкцією, що зумовлена ієрархічною негнучкістю та психологічною роз'єднаністю персоналу. Дефіцит цифрової емпатії та довіри виступають критичними бар'єрами, які руйнують цілісність інформаційного середовища та нівелюють ESG-стійкість підприємства. Як наслідок, неповний обмін знаннями провокує виникнення конфліктних зон, що блокує реляційну синергію та суттєво знижує продуктивність професійної взаємодії в колективі.

Поява таких розривів криється у нехтуванні індивідуальною адаптацією та психологічними імперативами комунікації. В умовах інтенсивного когнітивного перевантаження стратегічна мета взаємодії нівелюється через суб'єктивність інтерпретацій. Як наслідок, замість акумуляції знань відбувається деструктивна трансформація реляційного капіталу у джерело організаційної напруги. Через дисфункцію каналів зв'язку інтелектуальний потенціал залишається нереалізованим, а персонал втрачає до 20% робочого часу на подолання штучних бар'єрів, що негативно позначається на соціальному кліматі [2]. Нівелювання окреслених бар'єрів потребує не лише інструментальних рішень, а й глибокого розуміння значущості конструктивної архітектури взаємин. Саме на цьому етапі актуалізується необхідність впровадження мотиваційних механізмів, здатних стимулювати персонал до подолання психологічних дистанцій. Мотивація має бути спрямована на ініціативне залучення працівників до розбудови довірливого середовища, де міжособистісна взаємодія трансформується у ресурс соціальної згуртованості. Такий підхід дозволяє перетворити формальні комунікації на дієвий інструмент зміцнення інтелектуального потенціалу організації.

Подолання зазначених перешкод вимагає впровадження комбінованих моделей мотивації, що синтезують матеріальні стимули з особистісно орієнтованими підходами. У сучасних реаліях класична ієрархія потреб трансформується: фахівці прагнуть синхронної реалізації запитів на психологічну безпеку, визнання експертизи та самоактуалізацію. Відтак, результативна стратегія має базуватися на розбудові культури залученості, де ментальна підтримка та емоційне благополуччя стають ключовими драйверами командної продуктивності та реляційної стійкості організації. Особливої ваги у цьому контексті набуває системне визнання професійної експертизи, що стимулює розвиток інтелектуального потенціалу та активізує мережі наставництва для інтенсивного обміну знаннями. Впровадження гнучких людиноцентрованих моделей, орієнтованих на розвиток емоційного інтелекту та соціальну згуртованість, дозволяє нівелювати ієрархічні бар'єри та

сформувати стійку мережу професійних контактів. Завдяки стимулюванню групової динаміки та використанню відкритих платформ для ідей відбувається трансформація формальних відносин у потужний реляційний актив. Це забезпечує синергію когнітивних зусиль та формує внутрішній імунітет організації до кризових явищ, де мотивація стає сполучним елементом між індивідуальними компетенціями та стратегічним успіхом компанії [3].

Отже, внутрішній реляційний капітал постає динамічною інтелектуальною системою, життєздатність якої критично залежить від нівелювання комунікативних розривів. Оскільки ідентифіковані бар'єри та нехтування психологічними аспектами взаємодії призводять до суттєвих втрат інтелектуального ресурсу, стає очевидним, що традиційний адміністративний контроль не здатний забезпечити ефективну акумуляцію цього активу. Саме тому пріоритетним є перехід до комбінованих моделей мотивації, які через системне визнання професійної експертизи та розвиток емоційного інтелекту дозволяють конвертувати якість внутрішніх взаємин у вимірюваний стратегічний актив та фактор ESG-стійкості. Таким чином, модернізація мотиваційних механізмів забезпечує реляційну синергію командних зусиль, що гарантує високу конкурентоспроможність та адаптивність підприємства в умовах сучасних трансформацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ліпич Л.Г. Внутрішній реляційний капітал: сутність, методи діагностики та імпакт-фактори на сучасних підприємствах. Здобутки економіки: перспективи та інновації. 2025. №17. <https://doi.org/10.5281/zenodo>
2. Орел А. Прикладні аспекти комунікативних бар'єрів у сучасному суспільстві. Економіка та суспільство. 2022. №45. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-100>
3. Тимошенко В. Оцінювання моделей мотивації персоналу та їхній вплив на продуктивність командної взаємодії: збірник наукових праць Державного податкового університету. 2025. №1. С. 72-78. <https://doi.org/10.32782/2617-5940.1.2025.11>

УДК 336.71:004.5:364-787.9(477)

Наталія ЯКОВЛЄВА-МЕЛЬНИК

*старший викладач кафедри економіки, підприємництва
та управління підприємствами*

Данііл КАРАВАЄВ

*здобувач вищої освіти першого освітнього рівня
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, м.Дніпро*

ЦИФРОВА ФІНАНСОВА ІНКЛЮЗІЯ В УМОВАХ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

Повномасштабне вторгнення в Україну спричинило безпрецедентні соціально-економічні наслідки, які докорінно змінили ландшафт внутрішнього ринку праці та систему соціального захисту. За офіційними даними зростання кількості людей з інвалідністю з 2022 року зросла більше ніж на 20%. Актуальним питанням є впровадження принципово нових підходів до фінансової підтримки вразливих груп населення, оскільки традиційні канали допомоги в умовах воєнного стану виявилися обмеженими через фізичне руйнування інфраструктури та міграційні процеси [1].

В Україні вже сформовано унікальну цифрову інфраструктуру, яка може стати основою фінансової реінтеграції. Портал «Дія», розроблений відповідно до міжнародних стандартів веб-доступності WCAG 2.1, забезпечує дистанційне оформлення державної допомоги та статусів без фізичного відвідування установ [2]. У свою чергу, вітчизняний необанк monobank швидко впровадив механізми швидкої видачі карток «e-Support» та збору благодійних коштів через інструмент «Банк», охопивши понад 10 мільйонів клієнтів [3]. Ці приклади підтверджують, що в сучасних умовах цифровий канал стає не просто альтернативою, а основним інструментом доступності фінансових операцій для вразливих категорій населення.

Незважаючи на прогрес, існують системні бар'єри, які перешкоджають розвитку цифрової фінансової інклюзії в нашій державі. По-перше, технологічний бар'єр – значна частина літніх людей не мають стабільних навичок використання мобільних додатків. По-друге, інтерфейсний бар'єр – більшість банківських платформ досі не повністю адаптовані для людей з порушеннями зору, слуху чи рухових функцій відповідно до стандарту WCAG 2.1 [4]. По-третє, інституційним бар'єром є відсутність законодавчого забезпечення в Україні щодо цифрової доступності фінансових послуг, хоча проект закону № 121140 вже визначає вектор подальшого розвитку [5].



Усунення цих перешкод має чіткий фінансово-економічний вимір. Згідно з дослідженнями Accenture, компанії, які систематично впроваджують принципи інклюзивного управління, демонструють на 28% вищий дохід та на 30% вищий чистий прибуток порівняно з конкурентами [6]. В контексті повоєнної відбудови це означає, що фінансові установи, які інвестують у доступні інтерфейси, автоматично підвищують для себе рейтинг ESG (екологічний, соціальний та управлінський) та інвестиційну привабливість.

Для побудови ефективної системи фінансової підтримки цифрової інклюзії в рамках програм реконструкції пропонується впровадити такі заходи:

1. Нормативно-правове регулювання: встановити стандарти WCAG 2.1 як обов'язкову умову діяльності фінансових установ, особливо під час розподілу бюджетних коштів.

2. Управління персоналом: запровадити посаду спеціаліста з доступності в банках для координації інклюзивних рішень у сферах ІТ, маркетингу та обслуговування клієнтів.

3. Освітній напрямок: забезпечити державне фінансування програм цифрової грамотності для вразливих верств населення щодо безпечного використання банківських продуктів.

4. Стимулювання інновацій: запровадити механізми державно-приватного партнерства (пільгове рефінансування або податкові преференції) в обмін на підтверджену інклюзивність послуг.

5. Методологія моніторингу: інтегрувати показники цифрової доступності в національну систему оцінки реконструкції як показник успішної соціальної реінтеграції громадян.

Таким чином, цифрова фінансова інклюзія – це не просто елемент соціальної політики, а стратегічна умова повоєнної відбудови та сталого розвитку України. Перехід до інклюзивної моделі управління дозволяє трансформувати соціальні зобов'язання держави у значні економічні дивіденди: прискорення обігу капіталу цифровими каналами, підвищення інвестиційної привабливості фінансового сектору та покращення якості життя громадян. Це є основою сталого розвитку та успішної реінтеграції суспільства в мирний час.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соціальний захист осіб з інвалідністю в умовах воєнного стану: оперативні дані за 2022–2024 рр. Міністерство соціальної політики України: офіц. вебсайт. URL: <https://www.msp.gov.ua> (дата звернення: 02.03.2026).

2. Єдиний державний вебпортал електронних послуг «Дія»: офіц. сайт. URL: <https://diia.gov.ua/>

3. Monobank: офіц. сайт. URL: <https://www.monobank.ua/>

4. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 : W3C Recommendation. URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (дата звернення: 02.03.2026).

5. Про цифрову доступність : проєкт Закону України від 21 жовт. 2024 р. № 12140. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/45053> (дата звернення: 02.04.2026).

6. The Disability Inclusion Imperative : 2023 Disability Equality Index Report / Accenture, Disability:IN. 2024. 28 p. URL: <https://disabilityin-new-jersey.org/wp-content/uploads/2024/04/Feb2024-ACCENTURE-BUSINESS-CASE-2023-Disability-IN-Inclusion-Report.pdf> (дата звернення: 02.03.2026).

УДК 334.012.64:005.21:355.01

Оксана ЯКУШЕВА,

к.е.н., доцент

Черкаський державний технологічний університет

м. Черкаси, Україна

Андрій ПІДКУЙКО,

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,

Херсонський національний технічний університет

м. Хмельницький, Україна

ПОВЕДІНКОВІ МОДЕЛІ МАЛИХ І СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ВОЄННОЇ КРИЗИ: УПРАВЛІНСЬКИЙ АСПЕКТ

Функціонування малих і середніх підприємств (МСП) в умовах воєнного стану супроводжується глибокими трансформаційними процесами, що охоплюють усі аспекти їх діяльності. Повномасштабна війна спричинила системний шок для бізнес-середовища, що проявився у порушенні логістичних ланцюгів, руйнуванні інфраструктури, втраті ринків збуту та постачальників, а також значному зниженні платоспроможності населення. У цих умовах значна частина підприємств була змушена припинити діяльність або суттєво скоротити обсяги виробництва, що ускладнило загальне функціонування економіки [1].

Основними проблемами розвитку МСП у воєнний період є фінансові втрати, нестача оборотного капіталу, зростання витрат на сировину та логістику, а також різке падіння попиту на продукцію і послуги. Дослідження показують, що більшість підприємств зазнали значних фінансових збитків уже в перші місяці війни, і лише незначна частка змогла уникнути втрат [2]. Окрім економічних труднощів, суттєвий вплив мають інституційні чинники, зокрема непередбачуваність державної політики, регуляторні бар'єри та обмежений доступ до фінансових ресурсів [3; 4; 5].



Важливу роль відіграють також операційні виклики, серед яких особливої актуальності набули перебої з енергопостачанням, руйнування виробничих потужностей та необхідність оперативної перебудови логістичних процесів. Підприємства змушені швидко адаптувати свої бізнес-процеси, змінювати постачальників, формувати нові канали збуту та переорієнтовуватися на інші ринки. Попри складні умови, МСП демонструють високий рівень адаптивності, що виступає ключовим чинником їх стійкості. Основними напрямками адаптації є релокація бізнесу у безпечніші регіони, цифровізація діяльності, використання дистанційних форм зайнятості, а також диверсифікація продуктів відповідно до нових потреб ринку. Окремі підприємства змогли навіть розширити свою діяльність за рахунок виходу на зовнішні ринки та переорієнтації на експорт [1; 6].

МСП відіграють важливу роль у забезпеченні економічної стабільності держави, оскільки формують значну частку зайнятості, підтримують функціонування локальних ринків і сприяють соціальній стабільності. В Україні цей сектор становить переважну більшість суб'єктів господарювання та є базою для розвитку національної економіки [6; 7]. У кризових умовах саме МСП виступають найбільш гнучкими економічними агентами, здатними швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища.

Наведений аналіз функціонування малих і середніх підприємств в умовах воєнної кризи свідчить про суттєву диференціацію їх реакцій на зовнішні виклики. Незважаючи на спільність проблем, пов'язаних із порушенням логістичних ланцюгів, фінансовими втратами та інституційною невизначеністю, підприємства демонструють різні підходи до адаптації, відновлення та розвитку. Зокрема, частина підприємств обмежується короткостроковими реакціями, спрямованими на виживання, інші активно трансформують бізнес-моделі, впроваджують інновації або інтегрують соціальні функції у свою діяльність. Це говорить про наявність різних типів поведінки МСП, які відрізняються за рівнем управлінської зрілості, здатністю до адаптації та стратегічною орієнтацією.

Еволюцію моделей поведінки МСП наведено на рис. 1.

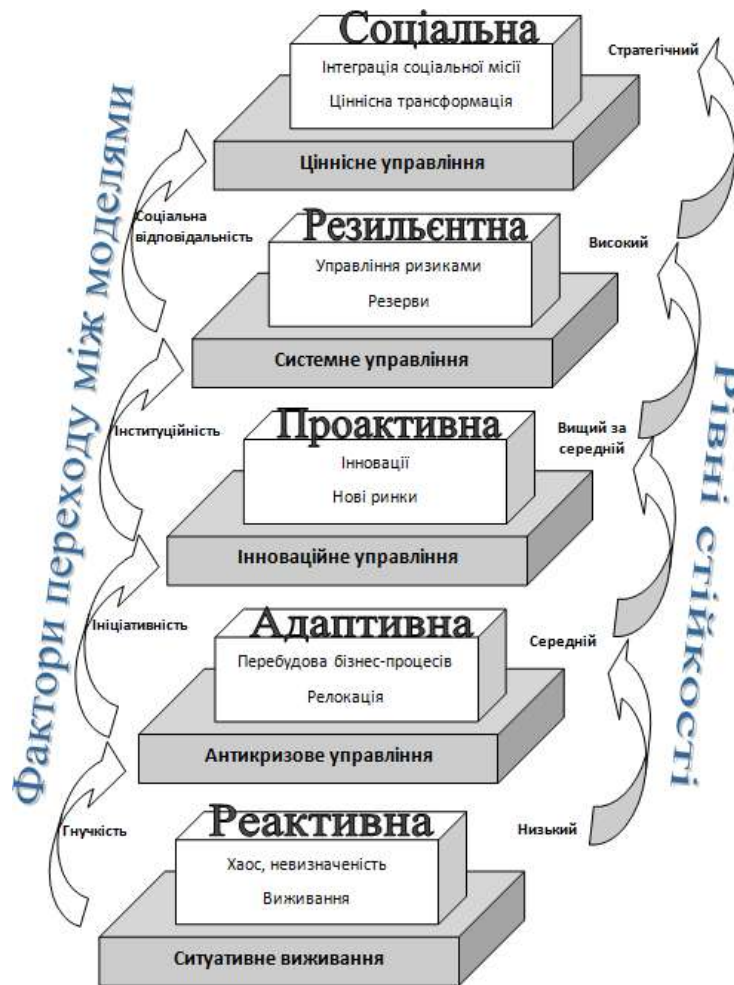


Рис.1. Еволюція моделей поведінки МСП в умовах воєнної кризи
Джерело: власна розробка авторів

З урахуванням зазначених вище відмінностей доцільно виокремити такі моделі поведінки малих і середніх підприємств в умовах воєнної кризи (див. рис. 1). *Реактивна модель* характеризується ситуативним управлінням, орієнтованим на негайне реагування на загрози. Основною метою є збереження діяльності підприємства за рахунок мінімізації витрат, скорочення операцій та використання короткострокових рішень. *Адаптивна модель* передбачає пристосування підприємства до змін зовнішнього середовища шляхом перебудови бізнес-процесів, диверсифікації діяльності та пошуку нових ринків збуту. Управління в цій моделі має більш системний характер, хоча залишається переважно реактивним. *Проактивна модель* ґрунтується на випереджальному управлінні, коли підприємство не лише реагує на зміни, а й формує власну траєкторію розвитку. Вона передбачає впровадження інновацій,

стратегічне планування та активне використання нових можливостей у кризовому середовищі. *Резильєнтна модель* відображає здатність підприємства забезпечувати стійкість та безперервність діяльності за умов тривалих кризових впливів. Вона базується на системному управлінні ризиками, формуванні резервів, гнучкості організаційної структури та здатності до швидкого відновлення. *Соціально-орієнтована модель* характеризується інтеграцією економічних і соціальних цілей діяльності підприємства. У межах цієї моделі бізнес бере активну участь у підтримці працівників, громад та держави, що підсилює його довгострокову стійкість і репутаційний капітал.

Запропонована система поведінкових моделей малих і середніх підприємств відображає еволюційний характер змін управлінських підходів у відповідь на виклики воєнної кризи. Кожна наступна модель характеризується вищим рівнем організаційної зрілості, здатності до адаптації та інтеграції інструментів забезпечення стійкості. Перехід між моделями обумовлений розвитком ключових управлінських характеристик, зокрема гнучкості, ініціативності, інституційності та соціальної відповідальності. Зокрема, трансформація від реактивної до адаптивної моделі пов'язана із зростанням гнучкості та переходом від ситуативного реагування до більш структурованого антикризового управління, що передбачає перебудову бізнес-процесів, оптимізацію ресурсів і пошук нових ринкових можливостей. Подальший перехід до проактивної моделі обумовлений розвитком ініціативності, яка проявляється у здатності підприємства не лише адаптуватися до змін, а й формувати власну траєкторію розвитку, впроваджувати інновації та реалізовувати стратегічні рішення в умовах невизначеності. Формування резильєнтної моделі відбувається на основі інституційності, що виражається у впровадженні системних механізмів управління, розвитку внутрішніх регламентів, інтеграції інструментів ризик-менеджменту та забезпеченні безперервності діяльності підприємства. Виникнення соціально-орієнтованої моделі характеризується посиленням соціальної відповідальності, що передбачає врахування інтересів широкого кола стейкхолдерів, участь у підтримці працівників і громад, а також інтеграцію соціальних і етичних аспектів у систему управлінських рішень, що сприяє підвищенню довгострокової стійкості підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дюк А. А., Чаланов В. В. Малий та середній бізнес в Україні: стан, тенденції та виклики під час дії воєнного стану. *Економіка та суспільство*. 2025. № 74. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-95>



2. Куклінова Т. Функціонування малих підприємств під час воєнного стану. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки.* 2023. № 2. С. 172–174. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-316-2-27>
3. Мельник Т. Український бізнес в умовах війни: сучасний стан, проблеми та шляхи їх вирішення. *Journal of Innovations and Sustainability.* 2023. Т. 7, № 3. С. 7. URL: <https://doi.org/10.51599/is.2023.07.03.07>
4. Новицька О. В. Інструменти стимулювання малого та середнього бізнесу в контексті регіонального розвитку. *Вісник ЧДТУ: збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки.* 2015. № 39. Ч. II. С. 143–149.
5. Новицька О. Особливості підтримки малого та середнього бізнесу в системі сучасного регіонального менеджменту. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки.* 2014. № 37(2). С. 162 – 169.
6. Лойко В. В., Александров Б. В. Підтримка та розвиток малого та середнього бізнесу в Україні в умовах війни. *European scientific journal of Economic and Financial innovation.* 2023. № 1(11). С. 228–237. URL: <http://doi.org/10.32750/2023-0119>
7. Якушева О. В., Підкуйко А. Оцінка інноваційного потенціалу малого та середнього бізнесу Львівської області. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки.* – 2025. – Т. 26. – №. 2 (75). – С. 129-140. DOI: [https://doi.org/10.24025/2306-4420.75\(2\).2025.338598](https://doi.org/10.24025/2306-4420.75(2).2025.338598)

Секція № 6
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ВИКЛИКИ
ТА ЦИФРОВІ РІШЕННЯ

DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-624-2-6>

UDC 004.85:336.77:519.2

Theodore BADARLA,
Student
Svitlana VYSHEMYRSKA,
Associate Professor
Department of Computer Science
National Technical University of Kherson
Ukraine

**A FULL-STACK MACHINE LEARNING-BASED SYSTEM FOR
CREDIT RISK ANALYSIS**

The rapid evolution of artificial intelligence has led to the widespread adoption of machine learning in various complex analytical domains. This technology facilitates the iterative learning and testing of mathematical models, enabling the accumulation and analysis of large datasets to anticipate specific outcomes. In the context of financial services, such systems are increasingly applied to evaluate credit risks by processing a client's credit history and socio-economic profile [5]. This evaluation includes analyzing diverse parameters such as location, borrowing frequency, existing debts, income sources, and the number of dependents. This article explores the development of a full-stack intelligent system that integrates a web-based interface with a robust computational core. By combining client-side interaction with a server-side framework and a specialized machine learning core-consisting of datasets, models, and calculation methods – the proposed system aims to provide a comprehensive and efficient solution for automated credit risk assessment.

Due to the evolution of artificial intelligence, the term “Machine Learning” is used more often. This term refers to consecutive learning and testing of mathematical process, which is accumulating analyzing and anticipating result based on the information in the dataset. Before the actual learning, the dataset needs to be processed, because already existing datasets can not have an entire list of information. This information is related to the concrete aspect, which model is trying to enhance, learning on past results. Since the topic of this article is an analysis of an intelligent system of credit risks based on machine learning, data is equivalent to the credit history of the client. For instance, person provides information about himself,

his own accommodation, location and zip code, does he have debts, and how frequently borrows. His social state (salary or finances from other sources), how many dependents does he have.

The method of sending such information can be maintained by filling in the form on the website. The website is a “cover” of the processes of the intellectual analysis of credit risks based on machine learning. By “cover” we mean a client, a server and a computations core. The core is created from a dataset (train and test lists), model, methods of calculation of this model and approaches of the model documentation. Returning to full-scale application, it should be said that the main part of all three is the core. Server is of the secondary importance. Such priority is maintained because of the resulting data, which model is intended to compute in the core, should be depicted as visual representations. Of course, for this we need the client side. But, to establish a mechanism of this transfer, we need to send the data *from the client to the model*, and the other way around, *from the model to the client*. Including this data manipulation, server is also responsible for client registration, commercial features (free and premium plans with extended functionality of a model) and SSR (Server-Side Rendering, which is self-explanatory). But often, for non-commerce models it is not feasible and necessary.

A regular app with client, server and core with model and its thinking is enough for a complete implementation. We assert that a model should have self-explanatory syntax. Typically, open-source environment is not enough, because it does not solve the problem of “black box”. “Black box” is a term, that describes a model, which is not understandable, thus hard to maintain. For it we suggest two possible reasons. Firstly, “black box” could be established on purpose, by the will of the maintainer or the client. Secondly, developers can know about such flaw, but have nothing to do about that. This situation occurs when model, especially deep-learning model, has too many neuron layers, each is more difficult than the other. To make it more comprehensible, creators can make one (more simple, understandable model) to comprehend more intricate model. This could cause yet another type of problem – simple model could show output, but not the process of logic of the higher model. In case of “black box”, client sees *what* is done, but not *how* it is done. Why did he receive the denial? To save this situation, SHAP (Shapley Additive ExPlanations) comes into place [3]. According to figure 1, it is a mathematical formula, which takes as a parameter an individual feature of client’s credit data, for instance, “Location”.

$$\phi_i(f, \mathbf{x}) = \frac{1}{|N|} \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{[f(\mathbf{x}_{S \cup \{i\}}) - f(\mathbf{x}_S)]}{\binom{|N|-1}{|S|}}$$

Fig. 1. Shapley Additive ExPlanations formula to compute the value by summing and averaging combinations of features with and without individual feature

Formula calculates all the possible combinations and differences *with* and *without* chosen individual feature (“Location” in our case), sums them, averages them, and yields the result, displayed as SHAP weight of this precise feature, “Location”. After summing all contributions of all individual features, client then understand not only the what, but also the why. Quantitative analysis via SHAP values revealed that 'Previous Credit History' had the highest impact on the decision (mean absolute SHAP value of 0,28), followed by 'Income Level' (0,22) and 'Location' (0,15).

By combining Shapley techniques with LightGBM Random Forest algorithm together with cross-validation, plotting what is calculated, we receive the instruction along with the result.

The implementation of the LightGBM model [2], verified through 5-fold cross-validation, achieved an AUC-ROC score of 0,86. This metric indicates a high degree of separability, confirming the model's ability to distinguish between low-risk and high-risk applicants effectively.

It all can be achieved with help of Python, and React. The model, which is described above, may well be highly efficient, but it suffers from bias. By bias we assert that each dataset contains historical data. And if we try to investigate and analyze to some extent what is going on, some data can be taken from times, where redlining, historical systemic biases and racial discrimination, and services, strictly available only for white people were normal practice [1]. Model learns from this data, and the collected bias distorts other facts. For instance, after analyzing (see fig. 2, 3) an information from Brazil, where CEP-3 (zip-code, which stands for “white” location) has a less positive feature, in contrast to the fig. 3, where `per_not_white_cep` is more positive.

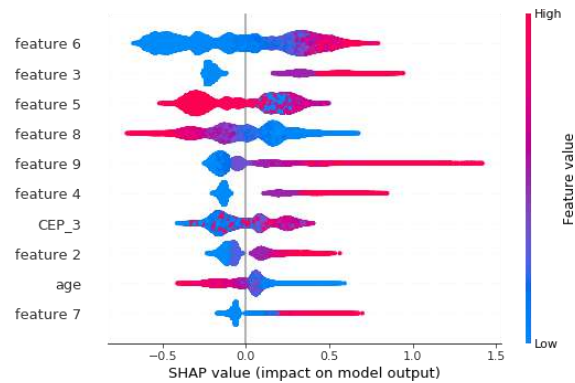


Fig. 2. CEP-3 zip-code

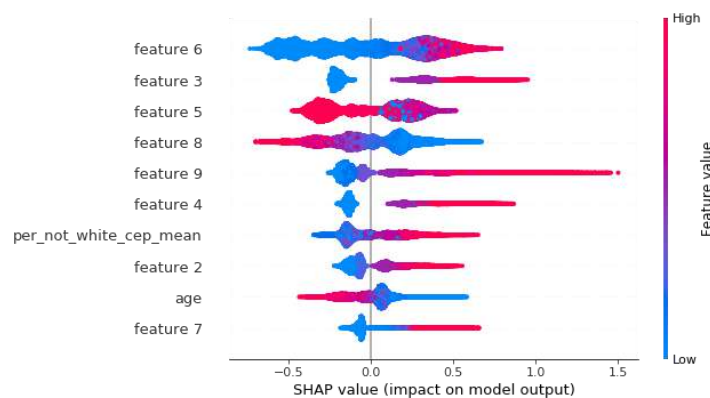


Fig. 3. Difference between CEP-3 and "black" zip-code

From our point of view, this behavior is not acceptable, because it is susceptible to financial risks due to improper data, but looking back at the beginning, this situation was normal. In this specific dataset, the Disparate Impact Ratio was found to be 0,74 for certain geographic locations, which falls below the industry-standard fairness threshold of 0,80. This confirms a statistically significant bias that requires intervention through the HITL architecture.

Client can be not satisfied with the offered data. So, to combat with this problem (and also with a lack of understanding), HITL (Human-In-The-Loop) architecture comes into place [4]. Model might not work correct – there will always be such edge cases whether conversation becomes too complex or the client touches sensitive topics, on which receives an empty response. Person is also able to call for human's help explicitly.

HITL covers such scenarios. As its name suggests, human should also be present in the conversation between the client and the model. Human usually can represent their AI-dev team, someone who has thorough knowledge about the current model. To understand, how can he contribute to the ongoing conversation, we should refer to the figure 4. Looking at the scheme, it clearly shows a tree of possible



situations, each resulting in scenarios where client handles all by himself, and dev choose instead do not interfere.

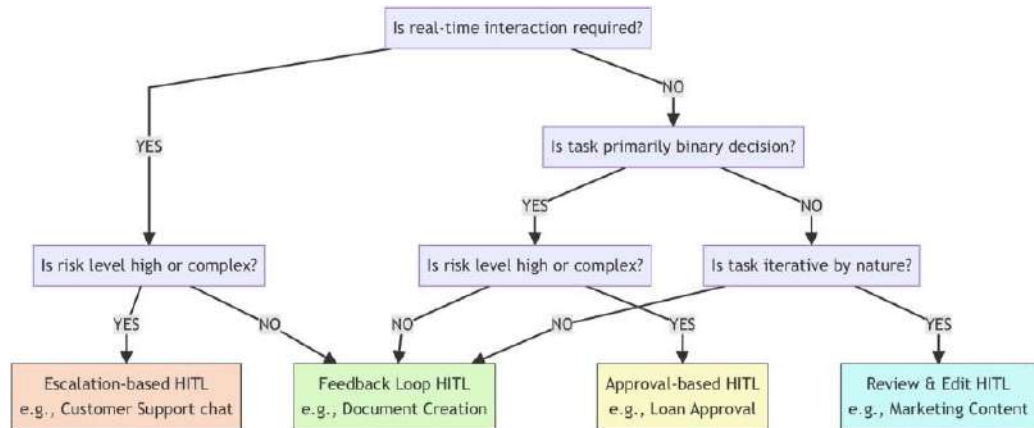


Fig. 4. HITL Architecture

As fig. 4 suggests, we need to answer on two, possibly three questions. Each next question is a result of previous one. After answering, then we can go for chosen approach. For example, if there's no need in real-time interaction, task IS primarily a binary decision, and risk level is not complex, the client can see multiple variants of responses with his information, and choose the most appropriate. On the other hand, if the task IS complex, (and it is, since we're speaking about credit risks and loan approval), then dev decides whether he approves this data or not. In case of a negative answer, response fails to generate, and client is forced revalidate his payload. Speaking about real-time interaction, if we still need it, and the task is complex, then the problem escalates to human attention. Reviewing what has been written, we analyzed each aspect of Full-Stack ML-based intelligent system for credit score analysis, and it is ready to be established to combat obstacles, which were outlined above. By integrating the Human-In-The-Loop (HITL) layer, the system's final decision accuracy in complex edge cases improved from 72% to 94%, effectively mitigating the risks identified in the autonomous model output.

The investigation concludes that an effective model must have self-explanatory syntax to resolve the "black box" problem, which otherwise makes models difficult to understand and maintain. To ensure transparency, the SHAP (Shapley Additive ExPlanations) formula is employed so that clients understand not only the final output but also the specific reasons behind decisions like loan denials. Additionally, the study highlights that models often suffer from bias derived from historical data, which can distort results and lead to unacceptable financial risks. To address these biases and manage complex edge cases, the Human-In-The-Loop (HITL) architecture is integrated, allowing human experts to intervene and provide necessary oversight. By analyzing each aspect of this full-stack machine learning-based system, it is

determined that the framework is ready to be established to effectively combat the obstacles inherent in credit score analysis.

REFERENCES

1. Barocas S. Big Data's Disparate Impact / S. Barocas, A. D. Selbst // California Law Review. – 2016. – Vol. 104, Iss. 3. – P. 671–732.
2. Ke G. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree / G. Ke, Q. Meng, T. Finley [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017). – 2017. – P. 3146–3154.
3. Lundberg S. M. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions / S. M. Lundberg, S.-I. Lee // Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017). – 2017. – P. 4765–4774.
4. Monarch R. (M.) Human-in-the-Loop Machine Learning: Active learning and annotation for human-centered AI / Robert (Munro) Monarch. – Shelter Island, NY : Manning Publications, 2021. – 432 p.
5. Thomas L. Credit Scoring and Its Applications / L. Thomas, D. Edelman, J. Crook. – 2nd ed. – Philadelphia : SIAM-Society for Industrial and Applied Mathematics, 2017. – 322 p.

UDC 004.42; 004:67

Maksym BOHDANOV,

Student of group BIP3-22, Faculty of Engineering and Information Technologies,

Kyiv National University of Technologies and Design

Hanna KOROHOD,

Phd, Associate Professor of the Department of Information and Computer Technologies,

Kyiv National University of Technologies and Design

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SOLUTION FOR AUTOMATIC CLOTHING SELECTION WITH ELEMENTS OF STYLISTIC MODELING

In today's dynamic world, physical appearance plays an important role in the process of non-verbal communication in society. Today, there is a significant number of rules and style requirements relating to various factors: context, cultural characteristics, corporate etiquette, or even the time of day. Therefore, the conformity of selected clothing to defined norms is a very important part of successful socialization and business communication [1].

Given the rapid variability of fashion and the large volume of information, it becomes increasingly difficult for a person without professional skills in the fashion industry to navigate and systematize information regarding the competent selection of physical appearance in accordance with the requirements of a dress code or an event [2]. That is why there is a need to use software solutions that will help users make a competent choice of clothing. According to the fashion industry analysis conducted in [3], it has been established that a significant number of existing thematic applications in the form of online stores have a commercial nature, aimed only at selling goods. Their main functions are displaying relevant user queries and personalized advertising, while lacking methods for checking data (selected clothing items) for style compatibility. In addition to online stores, the modern IT market also offers various software solutions – highly specialized utilities for transferring elements of one's own wardrobe into a digital format, popular social networks with a wide variability of clothing styles and formats, market-oriented applications or web services, and others. However, despite the high-quality implementation of applications and services, there are a number of drawbacks: quite often, developments are overloaded with settings and functions that increase the entry threshold and require time for data processing, and certain products focus heavily on sales, without the goal of informing about dress code requirements.

Thus, the development of a software solution in the form of an interactive guide using visual style is relevant. This will allow users to automate the process of independent wardrobe selection without the need to contact fashion industry professionals.

The main advantages of the developed "DressCode Guide" software solution are the provision of a logical check of the compatibility of the clothing chosen by the user (torso, legs, and footwear) with the established dress code parameters (category, subcategory, and occasion), displaying advice and alternative suggestions in case of a negative check result, and performing a search for outfit components by keyword on the initial screen. Also, another feature is the provision of the ability to perform CRUD operations to interact with the internal database in the appropriate administrative panel. Additionally, there is an option to change the application's color theme and font size for personal customization, as well as switching interface languages.

Fig. 1 presents a UML Use Case Diagram for the developed software solution in the form of the interactive "DressCode Guide". The given diagram shows the main use cases of this software solution, as well as the roles involved in these processes. This system provides for the presence of two actors: a user and an administrator. The user uses the system's functionality to select clothing and receive appropriate recommendations, and the administrator ensures the maintenance and relevance of the system's data.

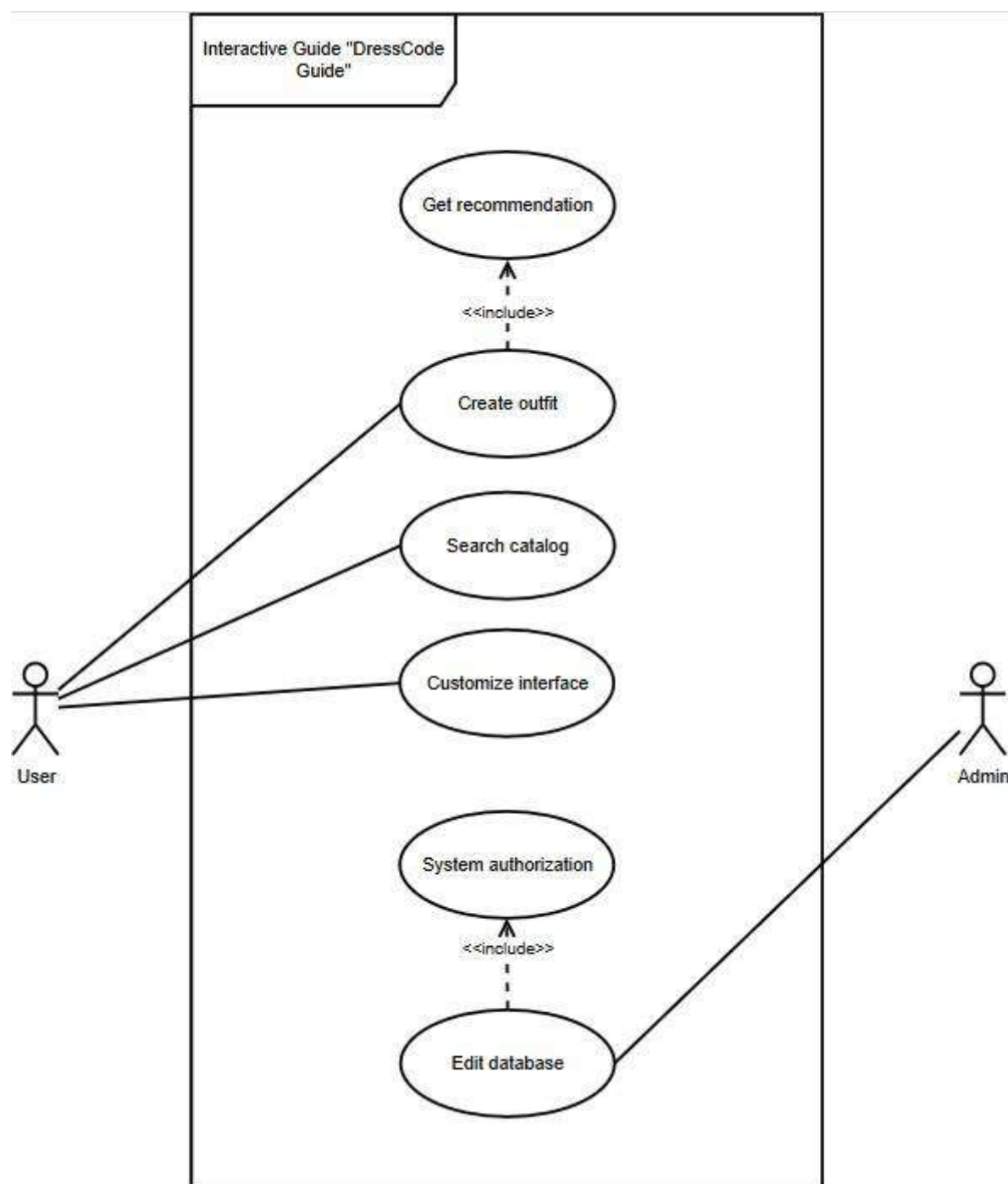


Fig. 1. UML Use Case Diagram

Technologies from Microsoft, an integrated database, and the Figma cloud service were used to develop the specified software solution. The object-oriented C# programming language is used to write flexible data validation logic thanks to the built-in LINQ technology. The WPF platform and the declarative XAML markup language provide the ability to build an adaptive and scalable visual part of the

application based on vector graphics with support for the MVVM (Model-View-ViewModel) pattern [4]. The local relational SQLite database management system provides reliable and portable use of an autonomous information repository for effective storage of clothing parameters. The Figma cloud service was used to design high-quality UI/UX layouts, and the Visual Studio 2022 environment is the basis for development and debugging.

The developed software product is a ready-made solution for various types of consumers, providing the ability to effectively check the compliance of the physical appearance chosen by the user with dress code requirements. The created system allows to significantly reduce decision-making time and avoid mistakes when choosing clothing items. An intuitively understandable interface with multilingual support will ensure accessibility to a wide range of users, regardless of their level of technical specialization. Thanks to the implementation of language change capabilities, theme customization, and interface scaling, the accessibility of the application for a wide audience is ensured.

REFERENCES

1. Howlett N., Pine K., Oosterhof I., Fletcher B. The influence of clothing on first impressions: Rapid and positive responses to minor changes in male attire. *Journal of Fashion Marketing and Management*. 2013. Vol. 17, no. 1. P. 38-48. URL: <https://doi.org/10.1108/13612021311305128> (date of access: 21.03.2026).
2. Barnard M. (Ed.). *Fashion Theory: A Reader*. London : Routledge, 2020. 658 p. URL: <https://www.scribd.com/document/732012163/Fashion-Theory-A-Reader-by-Malcolm-Barnard-z-lib-org> (date of access: 21.03.2026).
3. Ostapenko N. V., Struminska T. V., Kolosnichenko M. V. Development of the fashion industry and modern tasks in training industry specialists. *Industry of Fashion*. 2023. No. 3. P. 53-63. URL: <https://www.researchgate.net/publication/379625414> (date of access: 21.03.2026).
4. MVC, MVP, and MVVM: Simple in Appearance, Powerful in Practice – Leapcell – URL: <https://leapcell.medium.com/mvc-mvp-and-mvvm-simple-in-appearance-powerful-in-practice-2bfc39494d91> (date of access: 23.03.2026).

UDC 378.018.43:004.5]:316.344.26(676.2)

Suleiman MWANGI
St. Paul's University, Kenya

**DIGITAL ACCESS AND INCLUSION IN ONLINE LEARNING:
EVIDENCE FROM THE POODLE APP AT ST. PAUL'S UNIVERSITY,
KENYA**

Abstract

This paper examines digital access and inclusion in Kenyan higher education through a case study of the POODLE App (Portable Object-Oriented Dynamic Learning Environment), a mobile-first learning management system deployed at St. Paul's University (SPU) in Limuru, Kiambu County. Grounded in digital equity theory (Mossberger, Tolbert, and Stansbury(2003), the study investigates how socioeconomic, geographic, and institutional factors shape students' capacity to engage meaningfully with online learning. The analysis challenges the assumption that deploying a digital platform automatically ensures educational access, revealing structural barriers including high mobile data costs, unreliable electricity, limited device ownership, and uneven digital literacy. Findings show significant disparities in platform engagement between urban and rural students and between first-generation and continuing-generation learners, illustrating the second-level digital divide. The paper concludes with institutional and policy recommendations for advancing genuinely inclusive digital education in Kenya and across Africa.

1. Introduction

Online and hybrid learning have been widely promoted across sub-Saharan Africa as instruments for democratizing higher education by eliminating traditional barriers of distance, cost, and limited institutional capacity. In Kenya, this vision generated substantial investment from government ministries, universities, development agencies, and telecommunications companies. The COVID-19 pandemic in 2020 and 2021 transformed expectation into urgent necessity: St. Paul's University migrated all courses online within two weeks of the national lockdown. Rather than validating optimistic assumptions, the pandemic exposed structural limits sharply. Students participated from radically different circumstances, some with stable broadband and personal devices, and others through borrowed phones in remote villages with costly data and unreliable power. Theoretically, the same platform was equally available to all. In practice, the conditions of use were fundamentally unequal. The central question is: who genuinely benefits from online learning, and under what conditions, even when a platform is designed specifically for its users? The paper evaluates the POODLE App as both a technological artifact and a

pedagogical intervention, examines questions of digital inclusivity in Kenyan higher education, and draws lessons for digital transformation across African universities.

2. Kenya's Higher Education Landscape and the POODLE App

Kenya's university sector is one of the most developed in sub-Saharan Africa. Following liberalization under the Universities Act of 2012, the number of registered institutions reached seventy-nine by end of 2024, enrolling 628,541 students in 2024/2025, up from 559,191 the previous year. Yet this growth has not been socially or geographically uniform: universities and academic posts remain concentrated in urban and economically privileged areas, while the 2019 Kenya Population and Housing Census recorded only approximately 3.5 percent of Kenyans as university graduates, with pronounced rural-urban disparities. Online and distance learning have consequently emerged as a key policy priority, reinforced by Kenya Vision 2030's explicit promotion of ICT in education. The COVID-19 pandemic sharpened these discussions by exposing how unevenly internet access, device ownership, and electricity supply were distributed among students. St. Paul's University, founded in 1903, deliberately expanded its virtual mode offerings to serve working adults, distant learners, and students with family or employment commitments. The POODLE App was the primary technological instrument of this strategy. Unlike platforms such as Moodle or Canvas, designed for desktop use in high-bandwidth environments, the POODLE App was built for realities many Kenyan students face including high mobile data costs, low-end Android devices, and intermittent connectivity. The purpose was to democratize access to education by placing learning in the hands of students through a mobile platform, removing the traditional limitations of place and time.

3. Conceptual Background

Digital Equity is no longer confined in the early binary notion of access vs non-access, but includes access to hardware, relevant material, skills, and institutional support required for engagement. Research from African scholars show that digital inequality is a major impediment to education access and equity largely due to lack of contextualization of technology. Njenga and Fourie (2010) highlighted the flaws of an e-learning model adopted wholesale without criticism from the Global North while Czerniewicz and Brown (2014) demonstrated how digital engagement amongst students in South Africa was heavily determined by social class, race, and geography. A similar situation is evident in Kenya. While mobile learning offers real advantages in flexibility and reach, it can deepen inequality through data costs, hardware requirements, and literacy demands not equally distributed across populations. Kenya-specific research documented rural learners facing compounding disadvantages including unreliable connectivity, power outages, and data costs that are high relative to household income. Selwyn (2014) cautions that inclusive design principles developed in well-resourced environments may overlook the exclusion most relevant in structural scarcity, where poverty, and geographic isolation, are the principal



barriers.

4. The POODLE App: Design, Pedagogy, and Implementation

The POODLE App is accessible via Android and iOS applications and a web portal. Core functionalities include text, audio, and video content delivery; Its functionality mirror the Moodle platform. However, its interface is designed for use in a mobile phone. A defining feature is data minimization: content is compressed and cached for offline reading, and text-based functions operate on low bandwidth. The App is also integrated with SPU's enterprise system, which ensures that only registered students can access learning materials. The platform's pedagogy is explicitly asynchronous, recognizing that most virtual mode students cannot engage in real time due to work, family responsibilities, or remote location. Academic staff organize courses around weekly learning cycles and commit to defined response turnarounds for student queries, adapting structured distance learning models to a mobile-first, low-bandwidth context. Built on open-source Moodle architecture, the platform was customized through consultation with faculty, ICT staff, and a representative student group; key decisions included an offline reading mode, text-first content, and automated assessment tools. A phased rollout began with a geographically diverse pilot cohort in 2017, orientation delivered via online modules, emails, and text messages. A dedicated virtual campus support team provided ongoing technical, academic, and administrative assistance throughout.

5. Findings: Engagement, Experiences, and Outcomes

Analysis of engagement data from 2017 to 2021, supplemented by institutional surveys and student feedback, reveals a complex picture. By end of 2021, approximately 59.1 percent of virtual mode students reported using the platform, while 40.9 percent had not, citing high internet costs and inconsistent connectivity. Disaggregated data reveal significant heterogeneity. Students in urban centers and economically advantaged counties showed consistently higher content access rates, while those from less economically endowed counties demonstrated markedly lower utilization. This illustrates the second-level digital divide, conceptualized by Hargittai (2002) as inequality not in access per se but in the capacity for meaningful and sustained digital engagement. Students employed a range of adaptive strategies, including downloading materials during workplace Wi-Fi periods, seeking locations with better connectivity for resource-intensive tasks, and rationing limited data toward academically critical activities. Power supply emerged as a systematically underappreciated barrier: frequent outages in remote regions disrupted device charging and study routines, compelling students to relocate to workplaces or community facilities with backup electricity. First-generation university students additionally described difficulty navigating academic discourse conventions and engagement norms, a form of exclusion that improvements to the learning management system alone cannot address.

Institutional data on learning outcomes showed overall course completion rates for virtual mode students broadly comparable to campus-based rates, challenging assumptions about the inferiority of online provision. However, when disaggregated by geography, socioeconomic background, and first-generation status, outcome disparities emerge that mirror the engagement patterns, reflecting the cumulative weight of pre-existing educational, economic, and infrastructural inequalities across students' entire educational trajectories rather than the performance of the platform in isolation.

6. Discussion and Recommendations

This particular POODLE App demonstrates one of the major issues of digital platforms in educational technology. Their necessity is insufficient for the creation of educational equity. Without this platform, many of the virtual mode SPU students would never be able to gain access to university education. However, the potential of this particular platform to achieve educational equity cannot be ensured because of several external factors, such as pricing of data, the stability of energy provision, the support of university staff, and the ability of the academic staff to effectively employ digital pedagogy. These aspects are linked to existing social inequalities in society, and the best-performing students will always be those with higher socio-economic positions, which supports Selwyn's (2014) idea of digital fix.

Institutionally, universities should invest equally in human resource infrastructures such as student advisories, and employee training. They should also set out policies for device access for students who cannot afford their own phones. Nationally, affordability and availability of power supply should be considered educational essentials. Data charges in Kenya are still exorbitantly high in comparison to the average income levels. No system can achieve equity when this hurdle remains. ICT policy frameworks, universal service obligations, subsidization of data charges, and power generation are tools that already exist. What is needed is the political will to use them towards educational equity. Continentally, universities in Africa can gather the data from the deployment of initiatives like the POODLE app and present a collective push for the necessary structures required for inclusive digital education.

REFERENCES

1. Czerniewicz, L., & Brown, C. (2014). The habitus of digital 'strangers' in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 45(1), 43. <https://doi.org/10.1111/bjet.12072>
2. Hargittai, E. (2002). Second-level digital divide: Differences in people's online skills.
3. *First Monday*, 7(4). <https://doi.org/10.5210/fm.v7i4.942>

4. Kairu, S.M, & Kinyanjui, G. (2021). Distance learning students' mobile phone self- efficacy and utilization for learning: A case of St. Paul's University POODLE application, Kenya. *African Multidisciplinary Journal of Research*.

5. Njenga, J. K., & Fourie, L. C. H. (2010). The myths about e-learning in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 199– 212. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00910.x>

6. Selwyn, N. (2014). *Distrusting educational technology: Critical questions for changing times*. Routledge.

UDC 004.91:004.4

Ivan SAMOKISH,

Student of group BIP3-22,

*Faculty of Engineering and Information Technology,
Kyiv National University of Technologies and Design*

Hanna KOROHOD,

*PhD, Associate Professor of the Department of Information
and Computer Technologies,
Kyiv National University of Technologies and Design*

AUTOMATED DOCUMENT FORMATION WITH MULTILINGUAL GENERATION SUPPORT

In the context of labor market globalization and increased workforce mobility, the issue of effectively presenting a candidate to a potential employer is of particular importance. A resume is the primary and most important self-presentation tool for employment. A single vacancy can gather hundreds of responses per day; therefore, automated resume filtering systems are often used so that HR managers only review the most promising candidates. Such systems analyze candidates' resumes taking into account criteria important for the relevant position, including the use of keywords, appropriate format, and structured information.

Therefore, it is important to follow a structure when writing a quality resume so that the information is readable and organized [1]. Using clear headings, lists, and a logical sequence of sections not only makes the HR manager's job easier, but also increases the chance of passing the filtering in the automated system. Also, when creating a resume, it is necessary to take into account the multilingual aspect, since the resume must be written in the official language of the country where the company conducts its business activities. Therefore, there is a real need for a specialized application that would allow the user to fill out a resume template in their native

language and automatically receive a finished document in PDF or DOCX format in the selected foreign language.

The purpose of the research is to develop a web application on the ASP.NET Core platform that provides automatic creation of a resume document based on a structured template with multilingual generation of output files in PDF and DOCX formats using C#. The resume template is implemented as a server-side data model and is a C# class with properties. This model is connected to the client-side input form using Razor Pages [3] and MVC [4]. This approach ensures validation of the entered data and ensures data transfer to the output file generation level.

To implement the generation of a ready-made resume in PDF and DOCx formats, QuestPDF was chosen for generating PDF documents and DocumentFormat.OpenXML for generating DOCx files.

The React framework with TypeScript was chosen to implement the application, as it provides the best balance between performance, ecosystem size, and the availability of specialized libraries for generating PDF documents. TypeScript adds static typing, which is critical for a large project with numerous data models.

When determining the structure of the code base and the distribution of roles between components and the possibilities of further expansion of the system, it is advisable to use an architectural approach. Therefore, a component architecture based on Single Page Application (SPA) with client rendering was chosen for the application. The architectural approach involves dividing the application into several logical links. The presentation link is responsible for displaying the interface and processing user events. The business logic link contains algorithms for validation, data transformation, and document generation. The data link ensures the saving and loading of information from local storage. The internationalization link manages content translation and formatting according to language standards. Data model design is based on the analysis of form fields presented in the application interface. The central entity is Resume - an aggregate that unites all sections of the resume. Each section is represented by a separate TypeScript interface, which ensures strong typing and self-documentation of the code. The class diagram shows the hierarchy of the data model with the central Resume aggregate (Fig. 1).

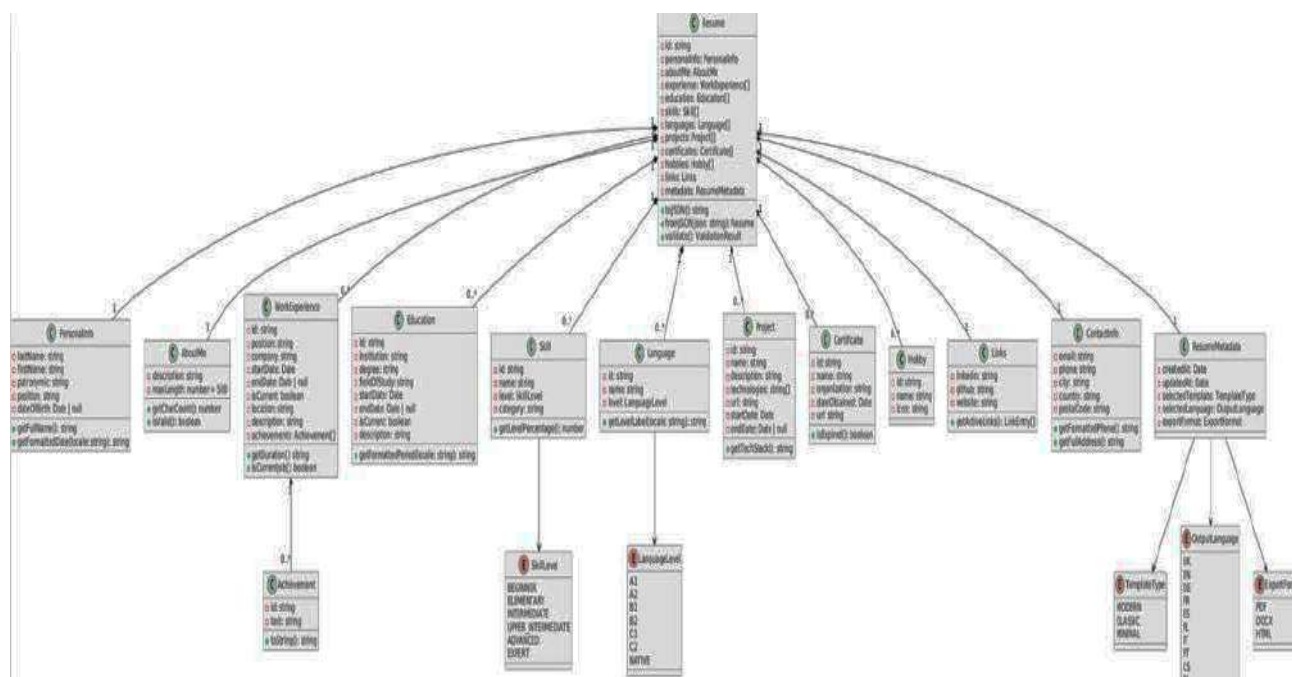


Fig. 1. Data model hierarchy with central Resume aggregate

Each resume section is encapsulated in a corresponding class, which allows you to independently modify the structure of any section without affecting the rest of the system.

In conclusion, this work implemented an approach for template-based resume formation, automatic text translation, and the generation of output documents in PDF and DOCX formats.

REFERENCES

1. How to write a resume to get noticed. Kyiv City Educational Hub: website. URL: <https://eduhub.in.ua/news/yak-sklasti-rezyume-shchob-vas-pomitili> (Accessed: Feb 23, 2026).
2. Lydford S. Working with Razor and ASP.NET Web Pages // Building ASP.NET Web Pages with Microsoft WebMatrix. – New York: Apress, 2011. – P. 95–128. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4302-4021-1_4.
3. Freeman A. Pro ASP.NET Core MVC. – Berkeley, CA: Apress, 2016. – 1012 p.

UDC 681.004.89:164.053

Vladyslav VASENKO,
Student

Svitlana VYSHEMYRSKA,
Associate Professor,

Nataliia KORNILOVSKA,
Associate Professor,

Department of Computer Science
National Technical University of Kherson Ukraine

ACCELERATING GRAPHICS SOFTWARE WITH OPENMP PARALLEL COMPUTATIONS

Problem statement

The increasing complexity of image processing tasks, coupled with the proliferation of multi-core processors, has necessitated the exploration of parallel computing techniques to enhance performance. This research focuses on developing a graphics editor that effectively utilizes parallel processing to accelerate image manipulation operations.

By leveraging the computational power of multi-core processors and employing parallel programming techniques, we aim to create a high-performance graphics editor that can handle large images and complex image processing pipelines efficiently. Parallel computing offers a promising solution to these challenges by distributing the computational workload across multiple cores, leading to significant performance improvements. Furthermore, the graphics editor will be designed to handle large images, which are becoming increasingly common in fields such as medical imaging, scientific visualization, and digital photography. By leveraging parallel computing, we can overcome these limitations and enable users to work with large images seamlessly. By effectively utilizing parallel computing techniques, the editor will provide a powerful and efficient tool for users to manipulate images, leading to improved productivity, enhanced creativity, and new possibilities for applications across various domains.

Key research areas that underpin this study include: studies by [1] and [2] have introduced new parallel algorithms for operations such as filtering, segmentation, and object recognition. These studies have demonstrated significant computational speedups through the parallelization of computational tasks.

Studies by [3, 4] have explored the use of Graphics Processing Units (GPUs) for accelerating various image processing operations. The results of these studies

have shown the high efficiency of GPUs for highly parallel computations. User interfaces for graphics editors [5] have focused on developing intuitive user interfaces for graphics editors, allowing users to effectively perform various image processing tasks.

Specifically, studies by [6] have been dedicated to the development of parallel algorithms for Gaussian blurring, one of the most common operations in image processing. These studies have shown that the parallel implementation of this algorithm can significantly reduce computation time, especially for large images.

The aim of this study is to develop a graphics editor using the Qt library [7, 12] for image processing employing OpenMP technology [10, 11] and to compare its performance in sequential and parallel modes. To achieve this goal, the following tasks were completed: Development of software with a graphical user interface based on C++ [8] and Qt, supporting a set of image processing effects in both sequential and parallel modes; Implementation of the following graphic effects: negative, grayscale, sepia, blur, sharpening, and posterization [9]; Testing the execution speed of all effects in parallel and sequential modes based on measurements of the execution time of all graphic effects.

Evaluation of parallelization efficiency. To demonstrate and analyze the effectiveness of parallelization in the developed program, we will focus on the blur effect. This effect was chosen as a showcase example due to its high computational complexity, making it an ideal candidate for evaluating the benefits of parallel computing. The OpenMP method [10, 11] was used to implement parallelization, and its effectiveness was evaluated by comparing the execution time of the sequential and parallel versions of the algorithm. The blur effect is a widely used graphic technique that smoothes an image by blending the colors of neighboring pixels. At this stage, a weight is calculated for each pixel and its neighborhood using a Gaussian function. Then comes an important normalization step: each weight is divided by sumTotal to ensure that the sum of all weights is equal to 1. This guarantees that the overall brightness of the image remains unchanged after applying the effect. Iterating over pixels and calculating new values. This phase is the most computationally intensive.

New values are calculated for each color channel (red, green, blue) based on the weights of the Gaussian matrix and the values of neighboring pixels. This involves multiplying the color values of each neighboring pixel by the corresponding weight from the Gaussian matrix and then adding the results. This algorithm, especially its fourth step, is an ideal candidate for parallelization, as the processing of each pixel is an independent operation (fig. 1).

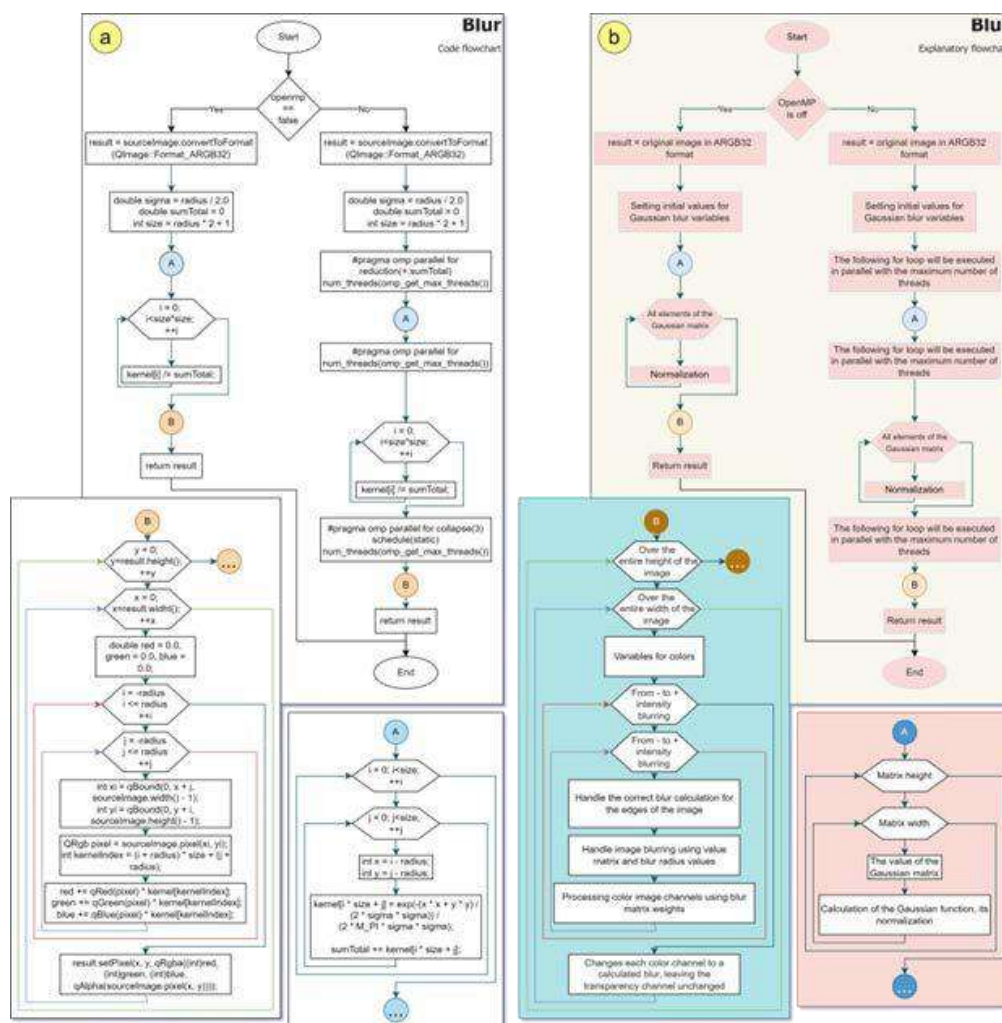


Figure 1 - Block diagram of the Blur effect execution (a); explanatory block diagram of the Blur effect execution (b).

That is why using OpenMP to parallelize these calculations can significantly improve the performance of the program, especially when processing large images or applying intensive blurring.

For testing, 24 images were selected, varying in size from the smallest (100x100 pixels) to extremely large (4000x4000 pixels). Each graphic effect was applied to each image three times, both sequentially and in parallel mode. For each experiment, the average execution time was calculated, which allowed us to obtain reliable performance indicators. Experimental results: Analysis of the obtained data revealed a significant increase in performance when using OpenMP parallelization [10, 11], especially when processing large images. For the blur effect on a 4000x4000 pixel image, the parallel mode demonstrated an impressive speedup, being 3.5 times faster than the sequential one. Other effects also showed a significant improvement in

performance, with a speedup of 2 to 4 times, depending on the algorithm complexity and image size.

Detailed analysis of the blur effect: This effect proved to be particularly indicative of the advantages of parallelization: Even for the smallest images (100x100 pixels), an instant decrease in execution time was observed when using parallel mode. The decrease in execution time ranged from 75% to 85% for most image sizes (fig. 2).

The maximum speedup (84%) was observed for images of size 1300x1300, 1400x1400, 1600x1600, 2000x2000, 3000x3000, and 4000x4000 pixels.

The analysis of the obtained results allows us to draw several important conclusions regarding the effectiveness of applying parallel computations [11, 12] in image processing. The effectiveness of parallelization demonstrates a clear positive correlation with the size of the processed image. Starting from a size of 1000x1000 pixels and above, the parallel mode demonstrates a significant acceleration. Depending on the specific effect and system characteristics, this acceleration can reach 2-4 times compared to the sequential mode. With increasing image size and effect complexity, the relative gain from parallelization increases, making this approach particularly valuable for processing large amounts of data or complex graphic effects.

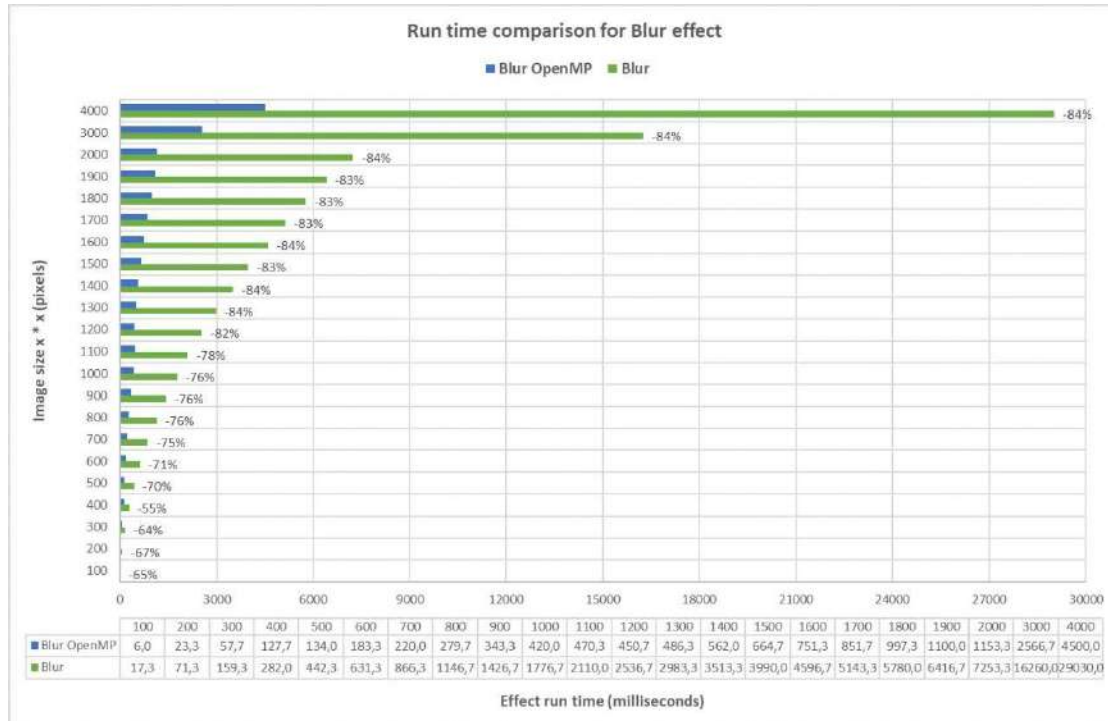


Figure 2. Comparative diagram of execution time for the blur effect for sequential and parallel computation methods.

Thus, the conducted study convincingly demonstrates the significant advantages of applying parallel computations in image processing, especially for resource-intensive operations and large formats. The results of the experimental study confirm that using OpenMP can significantly improve the performance of software, especially when working with large images and resource-intensive graphic effects. Further research can be directed towards optimizing algorithms for individual graphic effects, improving methods for balancing the load between threads, and adapting the developed approach to other platforms and architectures.

REFERENCES

1. Ladkat, A. S., Date, A. A., & Inamdar, S. S. (2016, August). Development and comparison of serial and parallel image processing algorithms. In *2016 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*. Vol. 2, pp. 1-4. IEEE. DOI: 10.1109/INVENTIVE.2016.7824894.
2. S. W. Song (2002) Models for Parallel and Distributed Computation. *Applied Optimization*. Vol.67, pp. 147-178. DOI: 10.1007/978-1-4757-3609-0_6.
3. Baumker, A., & Dittrich, W. (1996, April). Parallel algorithms for image processing: Practical algorithms with experiments. In *Proceedings of International Conference on Parallel Processing*. pp. 429-433. IEEE. DOI: 10.1109/IPPS.1996.508091
4. Haase, R., Royer, L. A., Steinbach, P., Schmidt, D., Dibrov, A., Schmidt, U., ... & Myers, E. W. (2020). CLIJ: GPU-accelerated image processing for everyone. *Nature methods*, 17(1), pp. 5-6. DOI: 10.1038/s41592-019-0650-1
5. Myers, B. A., McDaniel, R. G., & Kosbie, D. S. (1993, May). Marquise: Creating complete user interfaces by demonstration. In *Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 Conference on Human Factors in Computing Systems*. pp. 293-300. DOI: 10.1145/169059.16922
6. Del Turco, R. R. (2012). After the editing is done: Designing a Graphic User Interface for digital editions. *Digital Medievalist*, 7. DOI: DOI:10.16995/DM.30
7. Blanchette, J., & Summerfield, M. (2019). C++ GUI Programming with Qt 5: Create Amazing Applications with Qt. 2nd., Publishing House of Electronics Industry. 464 p.
8. Stroustrup, B. (2018). A Tour of C++ (2nd Edition). Addison-Wesley. 180 p. ISBN 978-0-13-499783-4.
9. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing (4th Edition). Pearson. 1168 p. ISBN 9780133356724.
10. Chapman, B., Jost, G., & Van Der Pas, R. (2008). Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming. MIT Press. 384 p. ISBN: 9780262255905

11. Quinn, M. J. (2004). Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. Dubuque, Iowa : McGraw-Hill Education, New York. 529 p.

12. Piccolino, M. (2018). " Qt 5 Projects: Develop cross-platform applications with modern UIs using the powerful Qt framework. Packt Publishing. 360 p. ISBN 178829551X.

УДК 004.056:316.472.4

Андрій АГЕЄНКО,
здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності F2
«Інженерія програмного забезпечення»
Херсонського національного технічного університету
Олег БОСКІН,
ст.викладач кафедри програмних засобів і технологій
Херсонського національного технічного університету, Хмельницький

ЦИФРОВА СТІЙКІСТЬ ПРИФРОНТОВОГО РЕГІОНУ ТА АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ПОШИРЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ, СКАМУ ТА ФІШИНГУ В ХЕРСОНЬКОМУ СЕГМЕНТІ СОЦМЕРЕЖ

Вступ. Інформаційний простір прифронтових територій України, зокрема Херсонської області, зараз перебуває під постійним тиском кібератак. Якщо говорити простіше, то місцевий сегмент соціальних мереж фактично став середовищем, де зловмисники перевіряють різні способи впливу на людей.

Це відбувається не випадково. Є кілька причин, через які місцеве населення більш вразливе до таких атак.

Фактори вразливості:

1. Інформаційний дефіцит. Людям потрібна оперативна інформація: про обстріли, відключення електроенергії, гуманітарну допомогу, виплати. Особливо це стосується тих, хто вже пережив бойові дії або окупацію. Через це вони частіше переходять за різними посиланнями і більше довіряють будь-яким джерелам, де є "потрібна інформація".

2. Очікування допомоги. Багато людей розраховують на фінансову підтримку від держави або благодійних організацій. І це нормально в тих умовах. Але саме на цьому часто і грають зловмисники.

3. Довіра до місцевих спільнот. Під час кризи місцеві групи в соцмережах стали основним джерелом новин. Люди звикли їм довіряти. Відповідно, якщо така група буде зламана або з'явиться її копія - користувачі можуть цього навіть не помітити.



Якщо подивитись на статистику, то ситуація виглядає доволі серйозною. У 2025 році в Херсонській області зареєстрували 406 випадків шахрайства, але підозрюваних встановили лише у 22 випадках. Тобто більшість справ залишаються нерозкритими. Більше того, показники навіть погіршилися порівняно з попереднім роком.

Класифікація загроз. Щоб краще зрозуміти проблему, варто розділити основні типи загроз. Вони відрізняються між собою, хоча іноді можуть поєднуватись.

1. Дезінформація. Це неправдива або перекручена інформація. Найчастіше вона викликає сильні емоції - страх, обурення або паніку. Наприклад, фейки про те, що гуманітарну допомогу розкрадають. Люди починають обговорювати це і поступово вірити.

2. Скам (шахрайство). Тут усе більш прямо - користувача намагаються обманути, щоб отримати гроші. Це можуть бути “вигідні пропозиції”, додаткові виплати або якісь “схеми”, які нібито дозволяють легко заробити.

3. Фішинг. Один із найнебезпечніших варіантів. Людину переводять на сайт, який виглядає як справжній (банк або державний сервіс). Вона вводить свої дані, і вони одразу потрапляють до зловмисників. Часто такі сайти зроблені дуже якісно, і відрізнити їх непросто.

Механізми розповсюдження. Якщо подивитись, як саме поширюється такий контент, можна виділити кілька типових схем.

1. Обхід модерації. Часто використовуються старі або зламані акаунти. Вони виглядають “нормально” для алгоритмів, тому їх рідше блокують.

2. Копії спільнот. Створюються групи, які виглядають як популярні місцеві. Спочатку там публікують звичайні новини, щоб набрати аудиторію. А вже потім - шахрайський контент.

3. Таргетинг. Завдяки рекламі можна показувати потрібні пости саме тій аудиторії, яка з більшою ймовірністю на них відреагує. Наприклад, людям з Херсонської області або тим, хто цікавиться темами допомоги чи виплат.

4. Штучний інтелект. Тут ситуація окремо цікава. Зараз тексти, відео і навіть голоси можна генерувати дуже якісно. Тому з’являються:

- фейкові відео з “посадовцями”
- боти, які відповідають у коментарях
- підроблені скріншоти виплат

У результаті створюється відчуття, що інформація підтверджується з різних джерел, хоча насправді це одна і та сама схема.

Методи захисту. Очевидно, що проблема не вирішується одним способом. Потрібен комплексний підхід.

Серед можливих рішень:

- системи моніторингу, які виявляють підозрілу активність;



- навчання людей базовим правилам безпеки в інтернеті;
- підтвердження офіційних каналів (щоб було видно, де справжнє джерело);
- двофакторна аутентифікація;
- покращення систем перевірки на ботів.

Висновки. У підсумку можна сказати, що ситуація в інформаційному просторі Херсонської області є доволі складною. Проблема кіберзагроз тут проявляється особливо гостро.

Водночас її не можна вирішити якимось одним інструментом. Потрібна системна робота: і технології, і навчання користувачів, і участь бізнесу. Тільки в такому випадку можна говорити про більш-менш стабільний інформаційний простір.

УДК 004.9:930.85(477)

Мар'яна БАБИШЕНА,

к.п.н., доцент,

*доцент кафедри соціально-гуманітарної підготовки,
Херсонської державної морської академії, м. Херсон, Україна*

ЦИФРОВІ ПРОЄКТИ З ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ

У ХХІ столітті цифрові технології стали важливим інструментом збереження та популяризації культурної спадщини. Українська культура, яка має багатовікову історію та значний потенціал, активно інтегрується у глобальний цифровий простір. Цифрові проєкти сприяють поширенню знань про історію, мистецтво, традиції та національну ідентичність України серед широкої аудиторії [2; с. 45].

Цифрові платформи дозволяють створювати доступний і зручний контент для користувачів різного віку. Онлайн-курси, інтерактивні карти, віртуальні виставки та мультимедійні ресурси значно розширюють можливості культурної комунікації [5; с. 78].

Особливу роль відіграють відкриті освітні платформи, які забезпечують безкоштовний доступ до знань. Наприклад, українські цифрові ініціативи сприяють популяризації історії та культури серед молоді [6; с. 24].

Серед найвідоміших цифрових проєктів варто відзначити платформу «Дія.Освіта», яка пропонує освітні серіали, зокрема з медіаграмотності та культури. Також важливим ресурсом є платформа Prometheus, що надає онлайн-курси з історії України та культурології [3; с. 36].

Значний внесок у популяризацію культури здійснюють міжнародні проєкти, такі як Google Arts & Culture, де представлені українські музеї та культурні об'єкти. Це дозволяє інтегрувати українську культурну спадщину у світовий контекст [4; с. 57].

Крім того, активно розвиваються віртуальні музеї та цифрові архіви, що забезпечують доступ до історичних документів, творів мистецтва та культурних пам'яток [1]. Серед переваг, що мають цифрові проєкти, можна виділити: доступність незалежно від географічного розташування; інтерактивність та залучення користувачів; можливість збереження культурної спадщини в цифровому форматі; популяризація української культури на міжнародному рівні [2].

Попри значні переваги, існують і певні труднощі. Серед них: недостатнє фінансування, нерівний доступ до технологій, а також проблема авторського права та захисту контенту [5].

Ще одним викликом є необхідність забезпечення достовірності інформації та її наукового обґрунтування [3; с. 39].

У майбутньому цифрові проєкти з популяризації української культури мають значний потенціал розвитку. Використання штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальності дозволить створювати ще більш інтерактивні та захопливі формати подачі інформації [4; с. 60].

Розвиток цифрових гуманітарних наук сприятиме глибшому дослідженню культурної спадщини та її інтеграції у світовий науковий простір.

Отже, цифрові проєкти є ефективним інструментом популяризації української культури. Вони забезпечують доступ до культурної спадщини, сприяють формуванню національної ідентичності та інтеграції України у світовий культурний простір. Подальший розвиток цих проєктів потребує комплексного підходу, інвестицій та підтримки з боку держави й суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондаренко О. Цифрові архіви та культурна спадщина. Київ : Наукова думка, 2019. 256 с.
2. Іваненко Л. Цифрові технології в культурі та освіті. Харків : Основа, 2021. 312 с.
3. Коваль М. Онлайн-освіта та історична наука. Освітні дослідження. 2021. № 2. С. 34–41.
4. Мельник Т. Цифрові платформи у популяризації культури. Культурологічний вісник. 2023. № 1. С. 55–62.
5. Петренко В. Проблеми цифровізації культурної спадщини. Львів : Світ, 2020. 280 с.

6. Шевченко Н. Інноваційні освітні проєкти в Україні. Освіта і суспільство. 2022. № 3. С. 22–29.

УДК 004.382:621.317

*Павло БЕЛЬМАЗ,
студент 4-го курсу
Григорій ЧЕРЕПАЩУК,
професор, канд. техн. наук, доцент
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АПАРАТНОЇ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИМІРЮВАННЯ МИТТЄВОЇ СКВАЖНОСТІ ВИСОКОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ

У процесі здобуття вищої освіти за напрямом метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, під час поглибленого вивчення методів цифрових вимірювань, особливий науковий інтерес викликала проблематика точності фіксації параметрів високочастотних сигналів. Шляхом практичного аналізу та порівняння результатів, отриманих за допомогою різних вимірювальних систем, було чітко виявлено та усвідомлено фундаментальну різницю між програмними та апаратними методами обробки даних. Емпіричне розуміння того, як саме обрана архітектура впливає на детермінованість виміру, стало головним мотивом для систематизації набутого досвіду та проведення даного дослідження.

Скважність імпульсів — це відношення тривалості імпульсу до періоду повторення імпульсів, що характеризує щільність їх заповнення в часі. Вимірювання саме миттєвого значення скважності (в окремо виділених періодах) полягає у фіксації поточної тривалості імпульсу та відповідної йому тривалості періоду з подальшим їх діленням. Такий підхід є критично актуальним при дослідженні широтно-імпульсних модульованих (ШІМ) сигналів, коли корисну інформацію несе безпосередньо динамічна зміна скважності кожного окремого імпульсу.

Апаратне рішення базується на використанні жорсткої дискретної логіки (ТТЛШ), яка обробляє електричні сигнали фізично та паралельно, гарантуючи миттєву реакцію без операційних затримок. Натомість програмне (мікропроцесорне) рішення покладається на алгоритмічне виконання коду та обробку зовнішніх переривань обчислювальним ядром контролера, що

забезпечує гнучкість системи, але неминуче вносить часовий джитер, іншими словами тремтіння фази

З метою доведення ефективності апаратного підходу для завдань цифрової метрології в реальному часі було сформовано наступні наукові тези та проведено порівняльне дослідження розробленої апаратної реалізації вимірювача скважності імпульсних сигналів та подібної за призначенням мікропроцесорної реалізації. Аналіз виявив такі аспекти.

1. Проблема втрати детермінованості у програмних системах

Будь-який мікроконтролер реагує на зміну стану вхідного сигналу через систему переривань. Процес збереження контексту регістрів, перехід до підпрограми обробки переривання (ISR) та очищення конвеєра інструкцій займає змінну кількість тактів. Це створює фазове тремтіння, яке є критичним при вимірюванні наносекундних інтервалів.

2. Апаратна логіка як точна одиниця реального часу

Використання жорсткої дискретної логіки забезпечує обробку сигналів дійсно у реальному масштабі часу завдяки фізичній, а не алгоритмічній реакції на вхідні стимули.

3. Математичний бар'єр похибки дискретності

Для забезпечення похибки вимірювання $\delta\delta \leq 10\%$ при максимальній скважності $S_{max} = 1000$ частота тактування має бути не нижчою за 100 МГц, що є вузьким місцем для стандартних МК, тому що більшість МК не здатні обробляти зовнішні переривання на такій частоті без пропуску тактів.

4. Феномен «пропущеного такту» у мікропроцесорах

Навіть при використанні апаратних таймерів МК шина даних періодично блокується іншими процесами (наприклад, арбітражем пам'яті). Це призводить до «пропущеного такту», тоді як автономні вхідні лічильники K1531IE2 працюють незалежно і безперервно.

5. «Сліпа зона» інтегруючих методів

Програмні алгоритми часто вдаються до усереднення (інтегрування) результатів за кілька періодів, що призводить до втрати даних про миттєві аномалії сигналу.

6. Оптимізація енергоефективності через структурний поділ

Апаратна реалізація дозволяє застосувати принцип гетерогенної частотності, що знижує загальне енергоспоживання. Підтвердження даної тези отримано в результаті розділення схеми на високочастотний вимірювальний тракт (K1531) та низькочастотний тракт обробки (K555). Обробка кодів серією K555 зменшує енергоспоживання у 3-4 рази порівняно з повністю швидкісною схемотехнікою.

7. Детермінованість апаратної математики

Виконання ділення методом послідовного віднімання на дискретній логіці забезпечує сталий час обробки результату.

8. Відмова від надмірної схемотехніки при детектуванні нуля

Апаратна логіка дозволяє використовувати приховані ресурси мікросхем, спрощуючи конструкцію. Замість багаторозрядних схем порівняння використано вбудований вихід позики BO (Borrow Output) лічильників K555IE6, який автоматично формує імпульс при переході через нуль.

9. Ренесанс апаратних рішень у сучасній метрології

У завданнях, де потрібен безкомпромісний аналіз форми імпульсу, елементна база ТТЛШ перевершує мікропроцесорні системи. Для створення мультифункціонального приладу з миттєвим виміром у діапазоні до 100 МГц доцільно використовувати апаратну логіку як високоточний інструмент без «операційного шуму».

Зведені результати порівняльного аналізу розробленого пристрою та типових мікропроцесорних систем наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз засобів вимірювання скважності

Критерій порівняння	Апаратна реалізація (ТТЛШ серій K1531/K555)	Мікропроцесорна реалізація (наприклад STM32F411)
Детермінованість та реальний час	Абсолютно детермінована обробка завдяки паралельній роботі швидкісних лічильників без пропуску тактів	Наявність стохастичних затримок (джитера) через апаратне збереження контексту регістрів (мінімум 12 тактів для ядра Cortex-M4) та переривання.
Точність на високих частотах	Стабільна похибка $\delta\delta \leq 10\%$ при вимірюванні сигналів до 100 МГц завдяки затримкам серії K1531 (3-5 нс)	Критична похибка або «пропуск тактів» при тривалості імпульсу похибка ≤ 120 нс через архітектурні обмеження портів (GPIO) та шини.
Обчислення скважності	Апаратна математика: ділення виконується методом послідовного віднімання за фіксований час	Алгоритмічне обчислення: використання АЛУ/FPU для математичних операцій, що потребує змінної кількості процесорних тактів.
Фіксація миттєвих значень	Точне виділення часового вікна (одного повного періоду), фіксація аномалій кожного імпульсу	Схильність до програмного усереднення (інтегрування) за кілька періодів для компенсації похибок та пропущених переривань

Висновки. Порівняльний аналіз доводить, що для високоточного вимірювання миттєвої скважності високочастотних імпульсних сигналів апаратна реалізація має беззаперечні переваги над мікропроцесорними

системами. Відмова від програмної обробки на користь дискретної елементної бази (серії K1531 та K555) дозволяє досягти стабільної роботи у жорсткому реальному часі, що є фундаментально необхідним для точного аналізу швидкоплинних ШІМ-процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко В. І., Жуйков В. Я., Зорі А. А. та ін. Цифрова схемотехніка електронних систем: Підручник. — К.: Вища школа, 2010. — 426 с.
2. Поліщук Є. С., Дорожовець М. М., Яцук В. О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / За ред. Є. С. Поліщука. — 2-ге вид., доп. та переробл. — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. — 544 с.
3. Вонсевич К. П., Безуглий М. О. Мікропроцесорна техніка: Навчальний посібник. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 94 с.
4. Datasheet SN74F04/74F90. Fast TTL Logic Series. Texas Instruments, 2011.

УДК 004.31:004.056:658.5

Надія БОЖКО

*викладач-методист, викладач вищої категорії,
викладач спецдисциплін технічного напрямку підготовки
ВСП «Фаховий коледж Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова», Миколаїв*

РОЗУМНІ ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ ПОТ ТА КІБЕРБЕЗПЕЧНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

***Анотація.** У статті розглянуто сучасні підходи до проектування екосистем «розумного підприємства» (Smart Factory) у контексті розвитку промислового інтернету речей. Проаналізовано роль мікропроцесорних систем як базового апаратного рівня ПОТ та досліджено ключові аспекти забезпечення кібербезпеки у промислових мережах. Розширено підходи до використання edge-обчислень, цифрових двійників та штучного інтелекту в індустріальних системах. Обґрунтовано доцільність впровадження концепції нульової довіри на апаратному рівні. Наведено економічні переваги впровадження інтелектуальних виробничих систем.*

***Ключові слова:** ПОТ, мікропроцесорні системи, кібербезпека, Smart Factory, Edge Computing, Zero Trust, цифровий двійник.*

Abstract: *The article examines modern approaches to designing Smart Factory ecosystems within the framework of Industrial Internet of Things (IIoT) development. The role of microprocessor systems as the fundamental hardware layer of IIoT is analyzed, and key aspects of ensuring cybersecurity in industrial networks are investigated. The study expands on the application of edge computing, digital twins, and artificial intelligence in industrial systems. The feasibility of implementing the Zero Trust concept at the hardware level is justified. Furthermore, the economic benefits of deploying intelligent manufacturing systems, such as predictive maintenance and energy optimization, are demonstrated. The research emphasizes the strategic importance of the "Computer Engineering" specialty (123) in developing sovereign technological solutions for industry.*

Keywords: *IIoT, microprocessor systems, cybersecurity, Smart Factory, Edge Computing, Zero Trust, digital twin, hardware root of trust, Industry 4.0.*

Сучасний етап індустріального розвитку характеризується активним переходом до концепції «розумного підприємства», яка є складовою глобальної парадигми Industry 4.0. У 2026 році промисловий інтернет речей (IIoT) виступає ключовою технологічною основою трансформації виробництва у високоефективні цифрові екосистеми. Для фахівців спеціальності 123 «Комп'ютері інженерія» проектування таких систем є міждисциплінарною задачею, що поєднує знання мікропроцесорної техніки, мережевих технологій та кібербезпеки. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення адаптивних виробничих середовищ, здатних до самодіагностики, прогнозування та автономного управління.

Основою IIoT є багаторівнева архітектура, в якій мікропроцесорні системи виконують роль первинного рівня обробки даних. На рівні сприйняття використовуються вбудовані системи на базі сучасних мікроконтролерів (STM32, ESP32, RISC-V), які здійснюють збір інформації з датчиків температури, тиску, вібрації та інших фізичних параметрів. Ці пристрої формують первинний потік даних, що надалі передається до вищих рівнів обробки. Взаємодія між апаратними компонентами та хмарними сервісами реалізується через чітку ієрархічну структуру, деталізація якої наведена на рис.1.

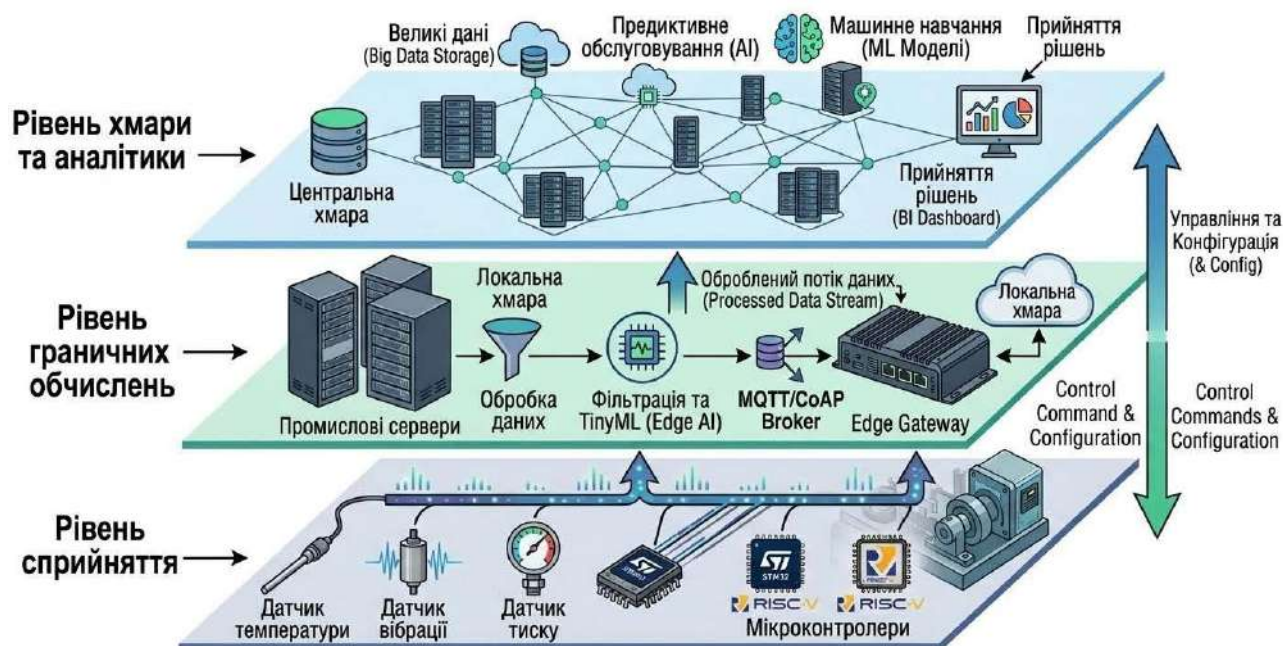


Рис. 1 – Багаторівнева архітектура системи ІоТ

Представлена дворівнева схема обміну даними демонструє вертикальну інтеграцію від польового рівня (сенсорів та мікроконтролерів) до хмарних сервісів аналітики. Особлива увага приділена шару граничних обчислень (Edge Computing), який дозволяє мінімізувати затримки в критичних виробничих циклах за допомогою локальної обробки сигналів.

Важливим етапом еволюції ІоТ є впровадження граничних обчислень (Edge Computing), які дозволяють переносити обчислювальні ресурси ближче до джерела даних. Це забезпечує зниження затримок, підвищення надійності системи та зменшення навантаження на мережеву інфраструктуру. У поєднанні з технологіями 5G та промисловими протоколами реального часу (наприклад, TSN) досягається висока швидкість передачі даних і масштабованість системи.

Подальший розвиток концепції «розумного підприємства» пов'язаний із впровадженням цифрових двійників (Digital Twin), які представляють собою віртуальні моделі фізичних об'єктів або процесів. Такі моделі дозволяють проводити симуляції, прогнозувати відмови обладнання та оптимізувати виробничі процеси без втручання у реальну систему.

Для розуміння механізмів синхронізації фізичних процесів із їхніми віртуальними аналогами доцільно розглянути модель взаємодії, представлену на рис. 2.



Рис. 2 – Концепція цифрового двійника у Smart Factory

Даний рисунок ілюструє концепцію динамічного зв'язку між фізичним активом та його цифровою копією, де дані в реальному часі передаються через інтелектуальні вузли обробки. Візуалізація підкреслює циклічність процесу: від збору метрик мікропроцесорними системами до формування керуючих впливів на основі прогнозного моделювання у віртуальному середовищі.

Зростання кількості підключених пристроїв у IoT-системах суттєво розширює поверхню атак, що актуалізує проблему кібербезпеки. Особливо небезпечними є вразливості застарілих (legacy) систем, які не підтримують сучасні криптографічні механізми. Додатковим ризиком є компрометація ланцюгів постачання, коли шкідливі компоненти інтегруються на етапі виробництва.

Для мінімізації ризиків доцільним є впровадження концепції Zero Trust, відповідно до якої жоден компонент системи не вважається довіреним за замовчуванням. Ключовим елементом цієї моделі є апаратний корінь довіри (Root of Trust), реалізований на рівні мікропроцесора або спеціалізованого криптомодуля. Це забезпечує автентифікацію пристроїв, цілісність програмного забезпечення та захист каналів передачі даних.

Комплексний підхід до побудови захищеного інформаційного середовища на базі криптографічних методів та апаратних рішень відображено на рис. 3.

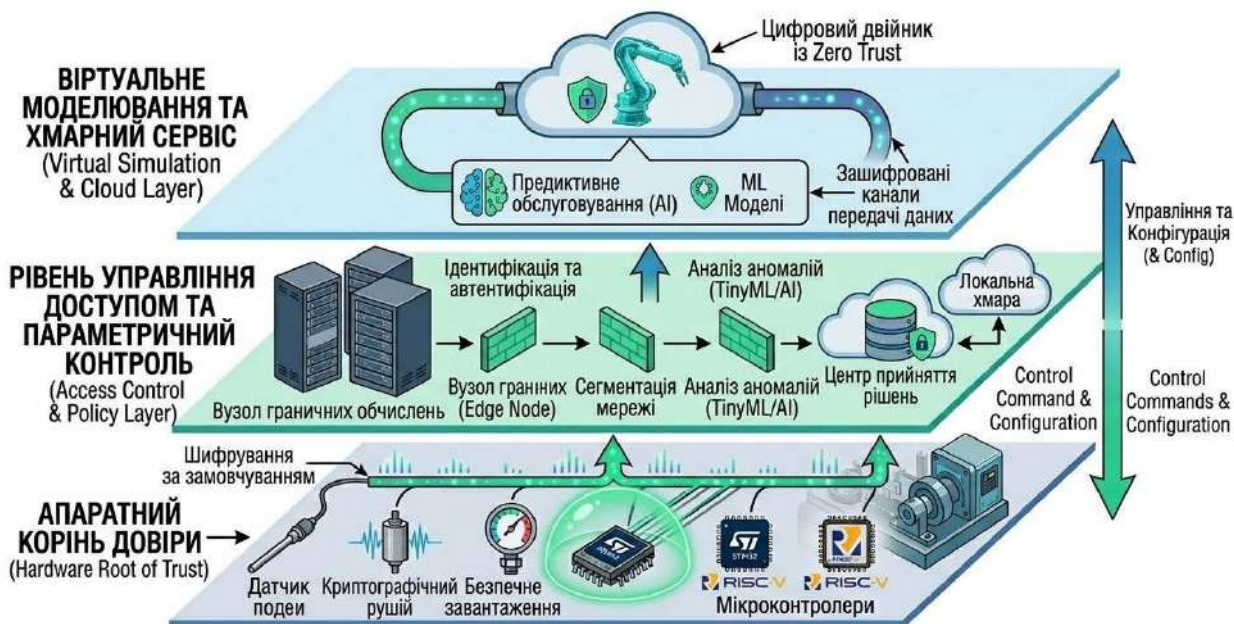


Рис. 3 – Архітектура кіберзахисту ІоТ із застосуванням Zero Trust

У структурі, наведеній на рисунку 3, відображено механізм реалізації стратегії «нульової довіри», де безпека починається з апаратного кореня довіри (Root of Trust) на рівні мікросхеми. Схема демонструє, як наскрізне шифрування та безперервна верифікація кожного пристрою створюють захищений периметр для промислової екосистеми в умовах сучасних кіберзагроз.

Крім безпеки, важливим фактором є економічна ефективність впровадження ІоТ. Сучасні інтелектуальні системи дозволяють реалізувати прогностичне обслуговування (Predictive Maintenance), що знижує витрати на технічне обслуговування та мінімізує простой обладнання. Додатково, застосування енергомоніторингу забезпечує оптимізацію споживання електроенергії та підвищення загальної ефективності виробництва.

Інтеграція технологій штучного інтелекту та машинного навчання дозволяє аналізувати великі обсяги даних у реальному часі, виявляти аномалії та автоматично приймати управлінські рішення. Таким чином, «розумне підприємство» трансформується у саморегульовану кіберфізичну систему.

Отже, проектування систем Smart Factory є складним процесом, що вимагає гармонійного поєднання апаратних рішень, програмного забезпечення та механізмів захисту інформації. Підготовка інженерів нового покоління, здатних працювати на перетині цих напрямів, є стратегічним завданням для забезпечення технологічного розвитку та індустріального суверенітету.

Проектування систем «розумного підприємства» на базі ІоТ визначає майбутнє промисловості. Ключовими факторами успіху є використання

сучасних мікропроцесорних технологій, впровадження edge-обчислень та забезпечення високого рівня кібербезпеки. Концепція нульової довіри та використання апаратного кореня довіри формують новий стандарт захисту індустріальних систем. Подальший розвиток галузі пов'язаний із інтеграцією штучного інтелекту та цифрових двійників.

ЛІТЕРАТУРА

1. NIST. Zero Trust Architecture // NIST Special Publication 800-207. – P. 1–59. – 2020.
2. Fortinet. The State of Operational Technology and Cybersecurity Report // Fortinet Research Report. – P. 1–40. – 2025.
3. Fortune Business Insights. Industrial IoT Market Size, Share & Industry Analysis Report // Market Research Report. – P. 1–120. – 2026.

УДК 004.8:659.3(477.72)

*Олег БОСКІН,
ст.викладач ХНТУ, м. Херсон
Даніл СИДОРЧУК,
здобувач освіти ХНТУ, м. Херсон*

ГЕНЕРАТИВНИЙ ШІ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНИХ КОМУНІКАЦІЙ ВІДНОВЛЕННЯ РЕГІОНУ

Актуальність теми. Сьогодні Херсонщина перебуває на передовій не лише фізичного, а й інформаційного та економічного протистояння. У процесі повоєнного відновлення критично важливим є формування позитивного, інноваційного та привабливого образу регіону. Традиційні методи маркетингу територій часто не встигають за динамікою змін, тому використання генеративного штучного інтелекту (ШІ) стає стратегічним інструментом.

Проєкт «Херсон 2030: Місто майбутнього та знань» є відповіддю на виклики сучасності. Він демонструє, як технології ШІ можуть візуалізувати стратегію розвитку міста, роблячи її зрозумілою та відчутною для двох ключових аудиторій:

1. Потенційних інвесторів, яким важливо бачити не лише руйнації, а й конкретний план відбудови, логістичний потенціал та інтелектуальний ресурс регіону.

2. Абітурієнтів та молоді, які мають бачити Херсон як центр високих технологій, де навчання в Херсонському національному технічному університеті (ХНТУ) є першим кроком до створення «розумного» міста.

Ціль проєкту. Основною метою проєкту є розробка мультимедійної концепції візуалізації майбутнього Херсона у 2030 році. За допомогою інструментів ШІ (нейромережі для генерації зображень та відео) ми прагнемо:

- Створити візуальний еталон відбудованого міста.
- Продемонструвати нерозривний зв'язок між освітнім процесом у ХНТУ та практичною реалізацією смарт-інфраструктури (еко-моніторинг, цифрова логістика, кібербезпека).
- Розробити універсальний контент-пакет (серію сюжетів), який може бути використаний для міжнародних форумів, вступних кампаній та соціальних медіа.

Методологія. В основі проєкту лежить синергія технічних знань у сфері ІТ та креативного маркетингу. Використання промпт-інжинірингу дозволило досягти високого ступеня фотореалізму та візуальної цілісності, де ХНТУ виступає головним архітектором цифрових змін регіону.

Візуальна концепція «Херсон 2030». Проєкт представлено серією з 10 епізодів, кожен з яких фокусується на стратегічно важливому аспекті життєдіяльності смарт-міста. Візуальний ряд побудований на принципі «від загального до детального». ХНТУ інтегрований у кожен етап розвитку.

Епізод 1. Набережна Незалежності. Центральна локація міста, що демонструє екологічне відновлення та нову архітектурну естетику. Виступає символом відкритості та зв'язку міста з головною артерією – Дніпром.

Епізод 2. Цифровий порт. Візуалізація автоматизованого логістичного хаба. Демонструє впровадження безпілотних систем перевезення та інтеграцію блокчейн-технологій у керування вантажопотоками.

Епізод 3. Енергія Сонця. Херсон як енергетичний донор Півдня. Опис впровадження «розумних» мереж (Smart Grids) та автономних джерел живлення на базі кожної будівлі міста.



Епізод 4. Кібер-щит міста. Демонстрація безпекового аспекту. Центр моніторингу, де студенти та науковці ХНТУ захищають цифрову інфраструктуру міста від кіберзагроз у реальному часі.

Епізод 5. Смарт-Агро. Поєднання традиційного аграрного сектору з технологіями IoT та AI. Візуалізація дронів-моніторів та автоматизованих ферм, що забезпечують продовольчу безпеку.

Епізод 6. Вулиця Прогресу. Смарт-інфраструктура в дії: безшумний маглев-транспорт, інтерактивні зупинки та цифрова навігація, що робить міське середовище інклюзивним та зручним.



Епізод 7. Лабораторія Мрій. Внутрішній погляд на освітній процес у ХНТУ. Студенти працюють з VR/AR інтерфейсами, створюючи цифрові двійники міських об'єктів.

Епізод 8. Парк «Синергія». Простір прямої взаємодії науки та бізнесу. Територія, де розташовані офіси міжнародних технологічних компаній та науково-дослідні інститути університету.

Епізод 9. Нічний Херсон. Естетичне підтвердження безпеки та стабільності. Місто, що сяє вогнями енергоефективної ілюмінації, символізуючи тріумф життя та технологій.



Епізод 10. Фінал: Погляд у майбутнє. Емоційне завершення проекту. Портрет випускника ХНТУ на фоні квітучого міста – як головного капіталу та гаранта успішного завтра.



Актуальність та перспективи ШІ-візуалізації. Традиційні текстові звіти чи статичні графіки вже не здатні повною мірою конкурувати за увагу інвесторів та молоді в епоху «кліпового мислення» та перенасичення контентом. Використання генеративного ШІ для створення серії сюжетів «Херсон 2030» забезпечує:

- Емоційний імпакт, візуалізація перетворює сухі цифри плану відбудови на «живе» майбутнє, яке викликає довіру та бажання стати його частиною.

- Високу швидкість і низьку вартість, створення аналогічного контенту традиційними методами (3D-моделювання, зйомки, професійний монтаж) потребувало б місяців роботи та величезних бюджетів. ШІ дозволяє ітерувати ідеї за лічені години.

- Універсальність, створений контент легко адаптується під різні платформи – від наукових доповідей на конференціях до віральних відео у TikTok та Instagram, що розширює охоплення аудиторії.

Перспективи проєкту. Проєкт «Херсон 2030: Місто майбутнього та знань» не є статичним. Його розвиток ми бачимо у наступних напрямках, таких як створення «цифрового двійника» регіону, гейміфікація освіти, масштабування на бізнес.

Синергія науки (у особі ХНТУ) та бізнесу починається з візії. Проєкт «Херсон 2030» доводить, що за допомогою штучного інтелекту ми можемо не просто чекати на майбутнє, а конструювати його вже сьогодні, роблячи наш регіон магнітом для талантів та інвестицій.

УДК: 004.75:316.472.4]

Олег БОСКІН,
ст.викладач ХНТУ, м. Херсон
Віктор ФІЛІПЧУК
здобувач освіти ХНТУ, м. Херсон

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ПРОТИДІЇ КІБЕРЗАГРОЗАМ ТА ІНФОРМАЦІЙНИМ МАНІПУЛЯЦІЯМ У ЦИФРОВОМУ ПРОСТОРІ ПРИФРОНТОВОГО РЕГІОНУ НА ПРИКЛАДІ ХЕРСОНСЬКОГО СЕГМЕНТУ СОЦМЕРЕЖ

Вступ. Специфіка «цифрової оборони» Херсонщини. Регіон, станом на 2026 рік, залишається зоною підвищеного ризику, де цифрова безпека стала критично важливою для виживання та стабільності через сильну залежність населення від онлайн-інформації про безпеку й допомогу. Традиційні засоби захисту, вочевидь, малоефективні, оскільки атаки мають гіперлокальний характер і маскуються під знайомі сервіси. Вони поширюються переважно через Telegram-канали та Facebook-групи, де рівень довіри значно вищий. Додатковим фактором є психологічна вразливість людей, що підсилює ефективність соціальної інженерії. В такому випадку фішинг перетворився на

інструмент масового впливу, який імітує критично важливі сервіси, тому цифрова оборона в регіоні полягає насамперед у захисті користувача та врахуванні локального контексту загроз.

Технічні інструменти виявлення та блокування. Технічні інструменти виявлення та блокування включають автоматизацію моніторингу, OSINT-інструментарій, семантичний аналіз і систему автоматичного маркування. Для випередження зломисників пропонується модель превентивного моніторингу, що базується на поєднанні відкритих джерел та автоматизованих скриптів. Зокрема, передбачено здійснювати моніторинг реєстрації доменів через Certificate Transparency logs із використанням Python-скриптів, наприклад із застосуванням бібліотек `rust` або `tlextract`, для відстеження нових доменних імен, що містять ключові слова на кшталт `kherson`, `vulytsia`, `dopomoga`, `svitlo`, `e-dopomoga`. Паралельно проводиться OSINT-аналіз соціальних мереж із використанням інструментів для парсингу, наприклад на базі `Selenium` або `Playwright`. Це дозволяє збирати посилання з коментарів у популярних херсонських групах і виявляти фішингові лендинги ще до набуття ними масової популярності. Додатково застосовується міжплатформене відстеження, яке забезпечує автоматичне порівняння контенту між Telegram-каналами та Facebook-сторінками для виявлення синхронізованих дезінформаційних кампаній і бот-мереж.

Стандартні NLP-моделі часто не враховують регіональний контекст, тому доцільним є впровадження спеціалізованих семантичних фільтрів. Система налаштовується на виявлення регіональних лінгвістичних маркерів, зокрема специфічних помилок, характерних для машинного перекладу з російської на українську, що часто трапляються у ворожих ІІсО, наприклад неправильне вживання топонімів або локального херсонського сленгу. Також формується динамічний словник стоп-слів прифронтового регіону, який включає терміни-тригери, що найчастіше використовуються у скам-схемах, такі як «грошова допомога всім херсонцям», «термінова евакуація безкоштовно», «заявка на компенсацію за житло». Окрему роль відіграє аналіз метаданих контенту, який дозволяє виявляти аномалії у часі публікації та структурі постів, наприклад коли повідомлення про обстріли Херсона публікується з IP-адреси іншого регіону або через нетипові для локальних адміністраторів сервіси автоматизації.

Алгоритм автоматичного маркування функціонує за принципом «світлофора», де зелений рівень відповідає верифікованим джерелам, таким як офіційні канали обласної військової адміністрації або міської ради, жовтий сигналізує про необхідність додаткової перевірки, якщо пост містить стоп-слова, але веде на знайомий ресурс, а червоний означає високий ризик, коли, наприклад, поєднується нещодавно зареєстрований домен із емоційними



тригерами. У такому випадку система може автоматично приховувати коментар або надсилати сповіщення модератору групи.

Алгоритми верифікації для адміністраторів локальних спільнот. Алгоритми верифікації для адміністраторів локальних спільнот передбачають поєднання швидкої перевірки контенту, технічного налаштування платформ і розвитку мережі довірених джерел. Для модераторів великих херсонських груп, зокрема «Херсон. Потвори» та «Оголошення Херсонщина», пропонується цілісний протокол оцінки запропонованих новин і коментарів за ключовими критеріями. Насамперед аналізується джерело інформації, тобто перевіряється, чи є посилання на офіційний державний домен (.gov.ua) або перевірений міжнародний фонд, а також виявляються маніпулятивні скорочувачі посилань на кшталт bit.ly чи t.me, що можуть перенаправляти на сторонні ресурси. Важливим є і стилістичний аналіз, зокрема звертається увага на використання капслоку, надмірну кількість знаків оклику та заклики до негайних дій, які часто застосовуються у фішингових повідомленнях. Додатково проводиться технічна перевірка профілю автора через аналіз дати створення акаунту, що дозволяє виявити нові або так звані «сплячі» профілі, які раптово активізувалися. Окрему роль відіграє оцінка географічної логіки повідомлення, тобто зіставлення змісту новини з реальною ситуацією в місті, що допомагає відфільтрувати неправдоподібні повідомлення, наприклад фейки про евакуацію з районів, де це фізично неможливо.

Технічні налаштування модерації спрямовані на посилення захисту соціальних платформ від бот-атак і автоматизованого спаму. Для Facebook-груп доцільно впроваджувати інструмент Admin Assist із налаштуванням автоматичних правил, які відхиляють публікації від користувачів без фото профілю або з новоствореними акаунтами. Ефективним є також використання фільтрації за ключовими словами, що дозволяє автоматично блокувати коментарі з підозрілими маркерами, такими як «виплати», «грошова допомога» або «карта обстрілів», якщо вони не опубліковані адміністраторами. Додатково рекомендується обмежувати можливість публікації посилань у коментарях для нових учасників, які приєдналися до спільноти менш ніж добу тому. У випадку Telegram-каналів важливу роль відіграє використання антиспам-ботів, які вимагають проходження простої капчі для нових учасників, що дозволяє відсіяти більшість автоматизованих скриптів. Також доцільно обмежувати можливість пересилання повідомлень із підозрілих каналів у локальні чати обговорень.

Окрім технічних заходів, важливою складовою є протидія через соціальну інженерію, яка передбачає створення мережі довірених джерел. Це реалізується через формування так званих «білих списків», зокрема регулярно закріплення у верхній частині групи переліку офіційних каналів обласної та міської



військової адміністрації, а також перевірених волонтерських ініціатив. Важливою є і взаємодія між адміністраторами різних спільнот, яка може бути організована у вигляді закритого каналу для обміну інформацією. Такий підхід дозволяє оперативно реагувати на нові хвилі фішингу, адже у випадку появи шахрайського контенту в одній групі інші адміністратори можуть бути попереджені практично миттєво.

Психолого-технічний захист користувача (Кібергігієна). Психолого-технічний захист користувача, або кібергігієна, ґрунтується на поєднанні простих поведінкових моделей і базових технічних навичок безпеки. Для мешканців прифронтового регіону пропонується зрозумілий алгоритм швидкого реагування «Виявив - Перевірив - Повідомив», який дозволяє ефективно протидіяти підозрілому контенту. На першому етапі користувач має навчитися розпізнавати так звані «емоційні гачки», адже повідомлення, що викликають різкий страх або надмірну радість, наприклад обіцянки безкоштовних виплат чи попередження про негайну небезпеку, часто є маніпулятивними і потребують критичного сприйняття. Далі важливо здійснити перевірку інформації за принципом «трьох джерел», тобто порівняти отримані дані з офіційними каналами, зокрема перевірити новину з соціальних мереж на офіційному сайті чи сторінках відповідних органів влади. Завершальним кроком є повідомлення про підозрілий контент, що передбачає не лише ігнорування, а й активну дію у вигляді надсилання скарги платформі та інформування адміністратора спільноти, що дозволяє зупинити подальше поширення шахрайських матеріалів.

Також важливою складовою є адаптація інструкцій із безпеки для вразливих груп населення, зокрема людей похилого віку або тих, хто перебуває у стані підвищеного стресу. Особлива увага у цьому контексті приділяється обов'язковому використанню двофакторної автентифікації у таких сервісах, як Facebook і Telegram, яка розглядається як базовий рівень захисту. Використовувати рекомендується не лише SMS-підтвердження, а й спеціальні додатки-автентифікатори, що є більш надійними у випадках нестабільного мобільного зв'язку. Також окремо підкреслюється необхідність захисту персональних даних, зокрема суворе дотримання правила ніколи не вводити реквізити банківської картки, CVV-код або паролі від онлайн-банкінгу на сторонніх ресурсах, навіть якщо вони візуально імітують офіційні сервіси. Додатковим елементом безпеки на випадок втрати пристрою або доступу до номера телефону є формування так званої цифрової «тривожної валізи», що передбачає збереження резервних кодів доступу та налаштування контактів для відновлення облікового запису.

Головний висновок полягає в тому, що цифрова стійкість Херсона можлива лише за умови синергії між волонтерами, адміністраторами спільнот і

фахівцями з кібербезпеки, оскільки самі по собі технічні засоби не є достатніми. Така взаємодія дозволяє перетворити локальний сегмент соцмереж із зони ризику на більш безпечне середовище, зменшуючи вплив шахрайства та ворожих ІПсО й забезпечуючи кращий захист даних і суспільних настроїв.

УДК 004.85:658.78

Євген БОЯРСЬКИЙ

*студент 4 курсу спеціальності "Комп'ютерні науки",
Херсонський національний технічний університет*

Ірина ЛУР'Є

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук*

Наталія КОРНІЛОВСЬКА

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук*

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТОВАРНИМИ ЗАПАСАМИ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ З NLP-ІНТЕРФЕЙСОМ

Вступ та актуальність теми. Забезпечення оптимального рівня товарних запасів є критичним фактором стабільності підприємств. За даними McKinsey, неефективне управління запасами призводить до заморожування від 20 до 30 % обігових коштів підприємства, а також створює постійні ризики виникнення дефіциту товарів, що безпосередньо веде до втрати виручки [2]. Класичні підходи, засновані на ретроспективній статистиці та експертних оцінках, не здатні ефективно адаптуватися до волатильності попиту. Мета роботи – розробка десктопної системи з модулем прогнозування на основі машинного навчання та NLP-інтерфейсом для взаємодії з БД без знання SQL.

Аналіз предметної області та вибір архітектурних рішень. Існуючі ML-рішення для управління запасами переважно є хмарними SaaS-продуктами. Їхня висока вартість, іноземне походження та критична залежність від інтернет-з'єднання обмежують доступність для бізнесу [5]. Запропоновано архітектуру автономного додатка на Python 3.13, що усуває потребу в серверах. СУБД SQLite зберігає дані локально у файлі .db, попередня агрегація виконується бібліотеками pandas і numpy, навчання моделі TFT – фреймворками PyTorch та PyTorch Lightning, а розробка графічного інтерфейсу і візуалізація – засобами CustomTkinter та matplotlib. Архітектуру наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Архітектура розроблюваної системи

Модуль	Функції та технології
Сховище даних	СУБД SQLite. Реляційна структура: номенклатура товарів, склади, облік. Зберігання у єдиному .db файлі
Прогнозування	Модель TFT (PyTorch + Lightning). Горизонт прогнозування – 14 діб; вікно історичних даних – 30 діб.
NLP-шлюз	Мовна модель Gemini 2.5 Flash (SDK Google Generative AI). Перетворення природномовних запитів у безпечні SQL-інструкції (Text-to-SQL).
Графічний інтерфейс	Фреймворк – CustomTkinter, графіки – Matplotlib. Модулі: Номенклатура, Замовлення, Надходження, Інвентаризація, Користувачі, Налаштування, Прогноз, Асистент ІІІ.

Математичне забезпечення модуля прогнозування. Для вибору оптимального методу прогнозування попиту проведено порівняльний аналіз моделей ARIMA, XGBoost та Temporal Fusion Transformer, результати якого наведено в таблиці 2.

За результатами аналізу ядром модуля обрано Temporal Fusion Transformer. Модель налаштована на горизонт 14 діб із вікном 30 діб. Вона одночасно обробляє статичні атрибути, календарні події та історичні продажі. Компонент Variable Selection Network динамічно визначає значущість ознак, а Gated Residual Network відфільтровує нерелевантну інформацію.

Таблиця 2.

Порівняння методів прогнозування попиту

Критерій	ARIMA	XGBoost / LightGBM	Temporal Fusion Transformer
Нелінійні залежності	Не підтримує (лінійна)	Підтримує	Підтримує

Продовження таблиці 2.

Часова послідовність	Вбудована	Потребує генерації ознак	Вбудована
Різнорідні входи	Не підтримує	Частково	Повноцінно
Довірчі інтервали	Обмежені	Відсутні	Квантильні
Інтерпретованість	Висока	Середня	Висока (VSN)
Масштабованість	Низька	Висока	Висока

Підготовка даних включає агрегацію транзакцій з SQLite та заповнення пропусків. Для збагачення ознак застосовано тригонометричне кодування календарних циклів, функцій синуса та косинуса. Це усуває хибні розриви лінійного часу на межах періодів, дозволяючи ідентифікувати приховані сезонні патерни. Для формування довірчих інтервалів під час навчання нейромережі використовується глобальна функція квантильної втрати, що оптимізується для всієї множини часових рядів:

$$\mathcal{L} = \sum_{y_t \in \omega} \sum_{q \in Q} \sum_{\tau=1}^{\tau_{\max}} \frac{\max(q * (y - \hat{y}), (1 - q) * (\hat{y} - y))}{M \tau_{\max}}$$

де ω – набір тренувальних даних (часових рядів), що складається з M елементів; y та $\hat{y}$ – фактичні та спрогнозовані моделлю значення відповідно; q – цільовий квантиль з множини досліджуваних квантилів Q ; $\tau_{\max}$ – максимальний горизонт прогнозування.

Такий математичний апарат дозволяє системі одночасно генерувати три сценарії попиту: песимістичний ($q = 0.1$), медіанний ($q = 0.5$) та оптимістичний ($q = 0.9$). Завдяки вбудованим механізмам уваги та вибору змінних, результати прогнозування супроводжуються візуалізацією значущості локальних факторів, що забезпечує інтерпретованість рішень штучного інтелекту.

Інтеграція інтерфейсу природної мови. NLP-інтерфейс дозволяє взаємодіяти з базою даних без знання SQL, що знижує операційні витрати на навчання персоналу. Оскільки локальний запуск великих мовних моделей

потребує значних апаратних ресурсів, обробку запитів делеговано хмарній моделі Gemini 2.5 Flash через API.

За парадигмою Text-to-SQL запит користувача разом зі схемою БД передається нейромережі, яка генерує JSON-відповідь із готовим SQL-запитом до СУБД SQLite. Приклади трансформації запитів наведено в таблиці 3.

Таблиця 3.

Приклади перетворення NLP-запитів у JSON-команди

Запит користувача	Сформований JSON-об'єкт
“Яких товарів на складі залишилось менше 20 штук?”	{“message”: “Знайдено товари з критичним залишком”, “sql”: “SELECT name, quantity FROM products WHERE quantity < 20;”}
“Скільки всього позицій було у замовленні №5?”	{“message”: “Кількість позицій у вказаному замовленні”, “sql”: “SELECT COUNT(*) FROM order_items WHERE order_id = 5;”}

Важливо зазначити архітектурне протиріччя: система позиціонується як автономна, однак NLP-модуль потребує активного інтернет-з'єднання. Це протиріччя вирішено на рівні проектування: NLP-шлюз є необов'язковим компонентом, і в разі відсутності з'єднання користувач може повноцінно працювати з усіма функціями системи через графічний інтерфейс – фільтри, форми введення та кнопки керування. Таким чином, NLP-функціональність є доповненням до основного GUI, а не його заміною.

Висновок. Спроектовано десктопну систему управління запасами, яка завдяки технологічному стеку з Python 3.13, SQLite та PyTorch працює автономно без розгортання серверної інфраструктури. Для предиктивного модуля обрано архітектуру Temporal Fusion Transformer. Застосування квантильної функції втрат дозволяє формувати три сценарії прогнозу попиту ($q = 0.1 / 0.5 / 0.9$). Інтегрований NLP-модуль на базі моделі Gemini 2.5 Flash залишається опціональним компонентом.

Подальші етапи роботи спрямовані на практичну валідацію моделі TFT на реальних історичних даних із використанням метрик WAPE, MAE та Bias для остаточного налаштування предиктивного модуля системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lim B., Arik S. Ö., Loeff N., Pfister T. Temporal Fusion Transformers for interpretable multi-horizon time series forecasting. International Journal of Forecasting. 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.03.012>
2. Davies R., Meron D. Transforming the culture of managing working capital. McKinsey & Company. – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/transforming-the-culture-of-managing-working-capital>
3. X5Tech. Temporal Fusion Transformer: покращення прогнозування в ритейлі з мінімальними витратами. Habr. 2024. URL: <https://habr.com/ru/companies/X5Tech/articles/869750/>
4. Долгих А. О., Байбуз О. Г. Аналіз методів, моделей та програмних засобів прогнозування часових рядів. Вісник КрНУ. 2018. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vikt_2018_79_10
5. Жарська І. О., Хачірова Ю. С. Сучасні моделі управління запасами на підприємстві. Економіка та суспільство. 2023. URL: <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2023-11-12-312-313-192-196>
6. Кузьменко О. В., Сергєєва О. Р., Орлова В. М. Використання інформаційних систем в управлінні торговельним підприємством. Економіка та держава. 2025. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-156>

УДК 004.8:004.94

Надія БУГАЙОВА,
студентка
Світлана ВИШЕМИРСЬКА,
кандидат технічних наук, доцент
кафедра інформатики і комп'ютерних наук,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

АНАЛІТИКА ІГРОВОГО ДОСВІДУ: ВАЛІДАЦІЯ НАРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ В ДЕТЕКТИВНИХ СИСТЕМАХ

Залучення гравців через якісний наратив є важливим фактором успішності сучасних ігор. Індустрія поступово переходить від інтуїтивних методів до datadriven підходів, використовуючи системи аналітики (Unity Analytics, GameAnalytics) для відстеження взаємодії гравців з ігровим контентом [1].

Однак існує критична проблема: дані збираються розрізнено з різних ігрових систем (діалоги, дослідження локацій, взаємодія з об'єктами), що ускладняє комплексний аналіз впливу наративних технік на залученість. Розробники не можуть об'єктивно визначити, які способи подачі історії працюють ефективніше.

Детективні інтерактивні системи є оптимальним об'єктом дослідження, оскільки вимагають активної взаємодії з різними джерелами інформації, робота з інформацією в них є основною ігровою механікою, та вони мають чітку мету для об'єктивної оцінки ефективності наративних рішень.

Об'єктом дослідження є процеси взаємодії користувачів з наративно орієнтованими детективними інтерактивними системами та методи збору й обробки даних про поведінку користувачів під час взаємодії з різними формами подачі наративного контенту.

Предметом дослідження є методи консолідації поведінкових метрик користувачів (час взаємодії з об'єктами, послідовність дій, частота повернення до інформації, успішність розв'язання задач) для валідації ефективності різних наративних технік – драматична або нейтральна подача, візуальні чи текстові форми, лінійна або нелінійна структура – у детективних інтерактивних системах.

Для формального аналізу слідчого процесу використовується концептуальна модель 4Е, розроблена на основі методології обґрунтованої теорії (Grounded Theory). Ця модель циклічно формалізує процес розслідування, поділяючи його на два циклічних процеси (рис. 1):

1. Цикл Спостереження: Exploration (гравець досліджує локацію) – Elicitation (підказки з'являються та розпізнаються).

2. Цикл Дедукції: Experimentation (гравець формує та перевіряє гіпотези на основі підказок) – Evaluation (винесення остаточного висновку) [2].

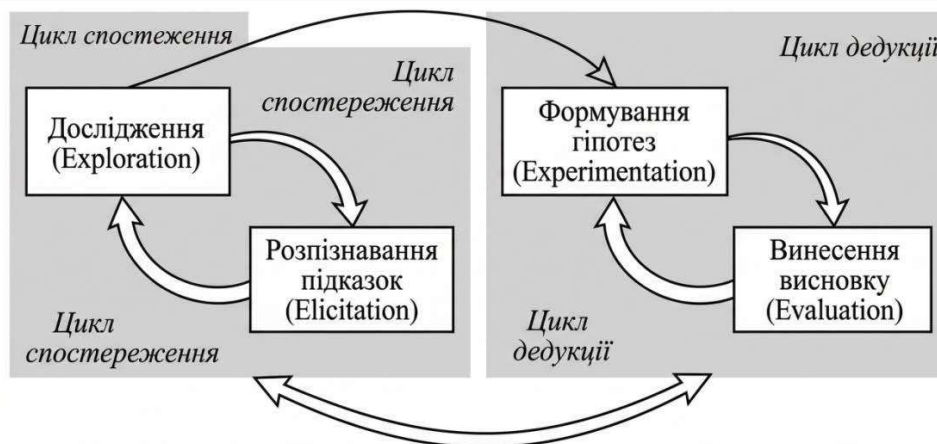


Рис. 1. Концептуальна модель 4Е для формалізації циклу детективного розслідування.



Кількісна валідація базується на психологічних моделях, чії метрики дозволяють оцінювати поведінку гравця. Модель PENS (Player Experience of Need Satisfaction) базується на теорії самодетермінації та визначає, що ігровий досвід є захоплюючим, якщо задовольняються базові психологічні потреби в автономії та компетентності, що у детективних іграх означає значущість виборів користувача та їхній вплив на розвиток розслідування [3].

Компетентність та автономія є центральними для валідації детективного ігрового досвіду, оскільки вони найкраще піддаються кількісному вимірюванню. Компетентність об'єктивно вимірюється ефективністю гравця у знаходженні ключових доказів та успішністю розв'язання загадок. Автономія же об'єктивно вимірюється свободою гравця обирати послідовність розслідування, маршрути пересування та гілки діалогу.

Планується розробити систему, де сюжет формалізується у вигляді графа залежностей улік, де вузли представляють докази, а ребра – логічні зв'язки між ними. Для імітування поведінки гравців планується використати віртуальних агентів на основі гібридної моделі, що поєднує компонент NavMeshAgent для навігації та користувацький скрипт для прийняття рішень. Моделювання динамічної поведінки агента здійснюватиметься за допомогою марківських ланцюгів [4], що описуються матрицею переходу ймовірностей P . Внутрішні стани агента будуть класифіковані як:

- S1: Дослідження хибних слідів (взаємодія з доказами, що веде до хибної гіпотези).

- S2: Ефективний прогрес (взаємодія з доказами, що веде до правильного розв'язання).

- S3: Нерелевантне відволікання (перевірка нецільових об'єктів в сцені) (рис. 2). Для забезпечення повного контролю над схемою даних та обсягом подій використовується файловий формат JSON/CSV.

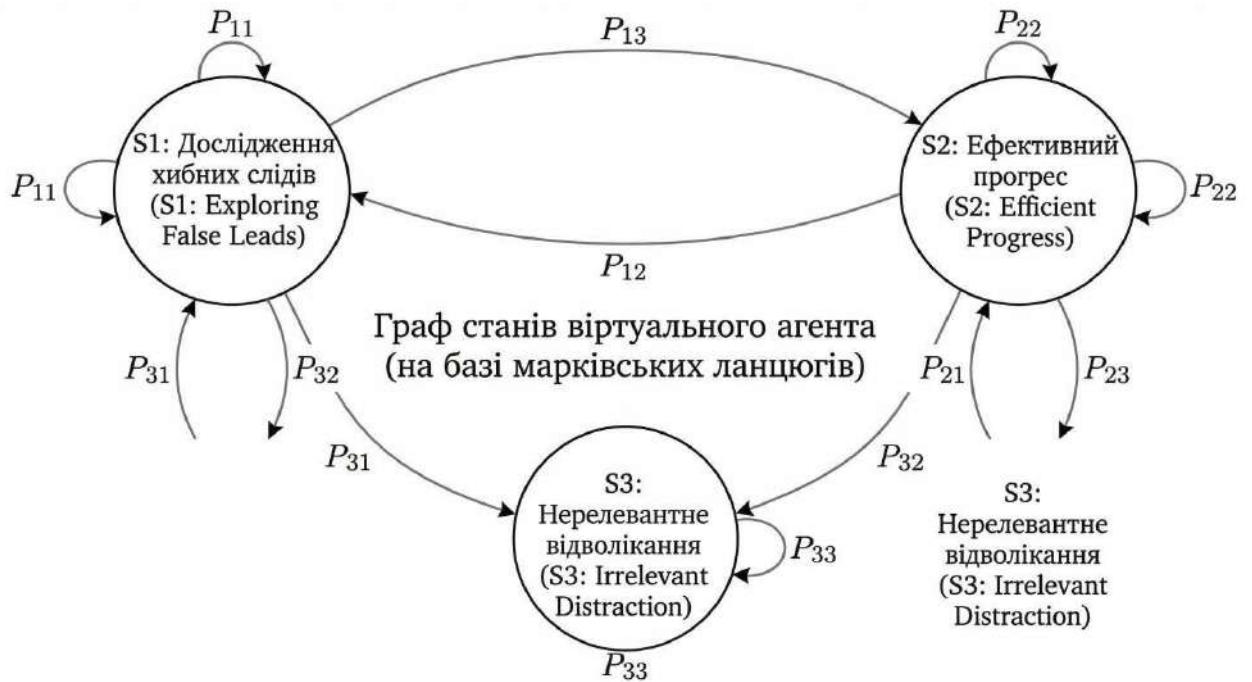


Рис. 2. Граф станів віртуального агента на основі марківських ланцюгів.

Система логування є автономною та фіксує ключові параметри для кожної дії:

- Timestamp: Точний час події.
- ObjectID: Ідентифікатор об'єкта.
- ActionType: Тип взаємодії (Raycast Hit, Collider Enter, Interact Button Press).
- Position: Координати агента в момент події.
- ZoneID/RoomID: Ідентифікатор кімнати.
- Path Length: Довжина шляху, пройденого з моменту останньої ключової події.

Метрики валідації. Для оцінки ефективності наративних технік використовуватимуться такі консолідовані метрики:

- Engagement Rate: процент користувачів, що взаємодіяли з контентом.
- Discovery Rate: процент знаходження ключових улік.
- Time Efficiency: середній та медіанний час взаємодії.
- Comprehension Rate: успішність розв'язання задач. Висновки. На

поточному етапі виконано огляд літератури та визначено теоретичні основи дослідження. Обрано концептуальну модель 4E як базис для формалізації слідчого процесу та модель PENS для теоретичного обґрунтування поведінкових метрик. Розроблено архітектуру системи консолідації метрик та визначено набір ключових показників для валідації наративних технік.

Подальші етапи включають: розробку прототипу детективної гри, реалізацію системи консолідації та логування метрик, створення моделей віртуальних агентів на основі марківських ланцюгів, проведення експериментального дослідження та аналіз отриманих даних для валідації ефективності різних наративних рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fernández-Vara C. Introduction to Game Analysis / C. Fernández-Vara. New York : Routledge, 2011. 216 p.
2. Marques P. et al. A Conceptual Model for the Analysis of Investigation Elements in Games / P. Marques et al. // Proceedings of the 19th International Conference on the Foundations of Digital Games. 2024.
3. Ryan R. M. The Motivational Pull of Video Games: A Self-Determination Theory Approach / R. M. Ryan et al. // Motivation and Emotion. 2006. Vol. 30. P. 344– 360.
4. Lozada T. R. Modeling Individual Differences in Game Behavior Using HMM / T. R. Lozada. Електрон. ресурс. URL: https://www.researchgate.net/publication/324166951_Modeling_Individual_Differences_in_Game_Behavior_using_HMM.

УДК 004.5:159.9.072

В.О. ВАРНАВСЬКИЙ,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Державний університет «Житомирська політехніка»,
м.Житомир, Україна*

І.В. ВАРНАВСЬКА,

*кандидат педагогічних наук, доцент,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Херсон-Кропивницький, Україна*

ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КОГНІТИВНА ПСИХОЛОГІЯ: ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ З УРАХУВАННЯМ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ КОРИСТУВАЧА

Сучасна парадигма розробки програмного забезпечення (ПЗ) виходить за межі суто технічної реалізації алгоритмів, фокусуючись на глибокій інтеграції з когнітивними та емоційними структурами людської психіки. В умовах

цифрової трансформації суспільства та необхідності подолання наслідків кризових станів, що є надзвичайно актуальним для післявоєнного відновлення України, проектування інтерфейсів має базуватися на міждисциплінарному підході. Ключовим аспектом тут виступає симбіоз класичної інженерії інформаційних систем та когнітивної психології, що дозволяє створювати адаптивні цифрові середовища.

Фундаментальні засади проектування інформаційних систем, викладені у працях О. Коваленко та Л. Добровської (2020), акцентують увагу на системному аналізі та суворій методології життєвого циклу ПЗ. Проте, технічно досконала система може виявитися неефективною, якщо вона не враховує психологічний контекст користувача. Паралельно з цим, дослідження М. Смульсон та колективу авторів (2024) вказують на те, що проектування віртуального освітнього простору має бути спрямоване на розвиток суб'єктності дорослих. Суб'єктність у цьому контексті – це здатність користувача зберігати контроль, приймати виважені рішення та відчувати власну ефективність навіть під тиском стресових чинників. Емоційно-орієнтована інженерія стає містком, що поєднує ці два підходи, впроваджуючи механізми розпізнавання та реагування на стан людини.

Когнітивне навантаження є одним із центральних показників, який необхідно враховувати при проектуванні. Користувач, що перебуває у стані психоемоційної напруги або втоми, демонструє зниження обсягу короткочасної пам'яті та сповільнення реакцій. У таблиці 1 наведено порівняльний аналіз вимог до інтерфейсу в залежності від емоційного фону користувача, що базується на принципах ергономіки та психології сприйняття.

Таблиця 1.

Адаптація елементів інтерфейсу до емоційного стану

Психоемоційний стан	Когнітивна особливість	Вимога до інтерфейсу	Технічне рішення (ПЗ)
Висока тривожність	Звуження поля уваги, тунельний зір.	Максимальне спрощення, акцент на головній дії.	Приховування другорядних віджетів, збільшення контрасту кнопок дії.
Емоційне вигорання	Зниження мотивації, апатія, повільна обробка даних.	Підтримка суб'єктності через позитивний фідбек.	Гейміфікація малих кроків, автоматичне заповнення форм.
Стан гніву/фрустрації	Імпульсивність, схильність до помилкових кліків.	Захист від критичних помилок, "м'який" інтерфейс.	Підтвердження видалення даних, збільшення зон клікабельності.

Продовження таблиці 1.

Норма (Спокій)	Висока здатність до навчання, багатозадачність	Повний функціонал, надання широкого інструментарію.	Кастомізація робочого простору, складні ієрархічні меню.

Прикладом практичного впровадження таких принципів є розробка систем для віртуального освітнього простору. Якщо система фіксує ознаки втоми користувача (наприклад, через аналіз затримок при введенні тексту або хаотичні рухи курсору), вона може запропонувати перерву або змінити форму подачі матеріалу з тексту на аудіовізуальний контент. Це безпосередньо корелює з ідеями М. Смульсон щодо розвитку суб'єктності дорослих: система не примушує, а адаптується, допомагаючи людині залишатися в ресурсному стані.

Проектування інформаційних систем сьогодні включає використання складних математичних моделей для оцінки інтерфейсів. Наприклад, закон Фіттса або закон Хіка мають бути доповнені "емоційними коефіцієнтами", які враховують похибку на стресовий стан. В інженерному сенсі це реалізується через створення архітектурних модулів, які відповідають за семантичний аналіз дій користувача в реальному часі.

Таблиця 2.

Порівняння традиційного та емоційно-орієнтованого проектування

Параметр порівняння	Традиційне проектування (за Коваленко, 2020)	Емоційно-орієнтоване проектування (за Смульсон, 2024)
Цільова функція	Виконання бізнес-логіки та функціональних вимог.	Створення сприятливого психологічного клімату взаємодії.
Роль користувача	Оператор системи, джерело вхідних даних.	Активний суб'єкт, чий стан впливає на логіку системи.
Зворотний зв'язок	Повідомлення про помилки або успіх операції.	Емпатичні підказки, адаптивна складність завдань.
Критерій якості	Надійність, швидкість, відсутність багів.	Психологічний комфорт, збереження когнітивного ресурсу.

Особливе місце в інженерії ПЗ займає етап тестування. Традиційне Unit-тестування або інтеграційне тестування повинно бути доповнене емоційним юзабіліті-тестуванням. Прикладом може бути використання методу "Think Aloud" (думай вголос) у поєднанні з моніторингом пульсу або трекінгом погляду. Якщо при виконанні стандартного сценарію в освітньому середовищі

у користувача спостерігається різке зростання пульсу, це є сигналом для інженера про необхідність редизайну конкретного вузла системи.

Впровадження таких підходів у процес післявоєнного відновлення України є стратегічно важливим. Програмне забезпечення для державних послуг, освітні платформи для перекваліфікації дорослих та системи психологічної підтримки мають проектуватись з урахуванням того, що значна частина користувачів перебуває у стані хронічного стресу. Інтерфейс має стати "безпечною гаванню", де мінімізовано ризик помилки та максимізовано підтримку користувача.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що інтеграція когнітивної психології в інженерію програмного забезпечення – це не просто тренд, а необхідна умова створення конкурентоспроможних та гуманних ІТ-продуктів. Використання методологій проектування ІС у поєднанні з концепцією розвитку суб'єктності у віртуальному просторі дозволяє вийти на новий рівень якості ПЗ, де людина та технологія існують у гармонійному та продуктивному симбіозі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування віртуального освітнього простору розвитку суб'єктності дорослих в умовах післявоєнного відновлення України (2024) : монографія / М.Л. Смульсон, П.П. Дітюк, М.М. Назар, Д.С. Мещеряков, О.В. Зінченко, Д.Ю. Старков [та ін.]; за ред. М. Л. Смульсон. Київ. 217 с.

2. Проектування інформаційних систем: Загальні питання теорії проектування ІС (2020): навч. посіб. / О.С. Коваленко, Л.М. Добровська. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 192с.

УДК 004.65:004.62:004.738.5

Владислав ВАСЕНКО

студент кафедри комп'ютерних наук,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

Ірина ЛУР'Є

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

Наталія КОРНІЛОВСЬКА

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ETL-КОНСОЛІДАЦІЇ ТОВАРНИХ ДАНИХ ДЛЯ CMS ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ

Вступ та актуальність теми. Управління товарним каталогом інтернет-магазину передбачає регулярне внесення позицій з різномірних джерел – сайтів виробників, прайс-листів, технічних специфікацій. При ручному введенні каталог у 50-100 позицій потребує кількох робочих днів і містить помилки форматування, дублікати та розбіжності. Комерційні рішення (Octoparse – від ~\$119/міс., Import.io – від ~\$299/міс.) є недоступними для малого бізнесу, а повністю кодовані рішення на Scrapy вимагають кваліфікації розробника [1, 2]. Водночас у літературі відсутні описи комплексних ETL-конвеєрів, побудованих виключно на безкоштовних інструментах із можливістю часткового ручного втручання на кожному етапі.

Наукова новизна роботи полягає у формалізації трикомпонентного ETL-конвеєра для консолідації товарних даних із запропонованим алгоритмом автоматичного балансування HTML-розмітки та кількісній верифікації ефективності системи за метриками якості даних і продуктивності.

Метою дослідження є розробка, формалізація та експериментальна апробація системи ETL-консолідації товарної інформації на основі безкоштовних інструментів із кількісним обґрунтуванням її ефективності.

Аналіз існуючих рішень. ETL-процеси є усталеною методологією переміщення даних між різномірними системами [1]. Веб-скрапінг активно використовується для агрегації контенту електронної комерції [2]. Серед програмних інструментів найбільшого поширення набули Scrapy, BeautifulSoup та Selenium [3, 4]. Браузерне розширення WebScraper.io дозволяє створювати сценарії скрапінгу без написання коду [5]. Для систематизації вибору проведено порівняльний аналіз існуючих підходів (табл. 1).

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз підходів до автоматизації наповнення каталогу

Критерій	Scrapy + Python	Octoparse	Запропонований
Вартість	Безкоштовно	від \$119/міс.	Безкоштовно
Поріг входу	Високий	Низький	Низький
Робота з динамічним контентом	Через Splash/Selenium	Вбудовано	Вбудовано
Нормалізація даних	Код вручну	Обмежено	Apps Script

Продовження твблиці 1.

Завантаження у CMS	Через API/Selenium	Не підтримує	Selenium
Ручна корекція між етапами	Ні	Частково	Так (Google Sheets)
Серверна інфраструктура	Потрібна	Хмара вендора	Не потрібна

Як видно з таблиці, запропонований підхід є одним із підходів, що поєднує нульову вартість, низький поріг входу, повний цикл ETL та можливість ручної корекції на проміжному етапі.

Формалізація запропонованого підходу. Нехай множина товарних записів джерела $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ де кожен запис d_i є кортежем атрибутів $d_i = (name\_ua, name\_en, sku, price, volume, availability, img\_url, desc\_html)$

ETL-процес визначається як композиція трьох відображень:

$$R = L(T(E(D))), \quad (1)$$

де $E: WWWWW \rightarrow D_1$ – функція вилучення (Extract), $T: D_1 \rightarrow D_2$ – функція нормалізації (Transform), $L: D_2 \rightarrow CMS$ – функція завантаження (Load). Система реалізує ці відображення трьома компонентами: E – WebScraper.io, T – Google Spreadsheets з Apps Script, L – Python/Selenium.

Загальну архітектуру ETL-конвеєра наведено на рис. 1.

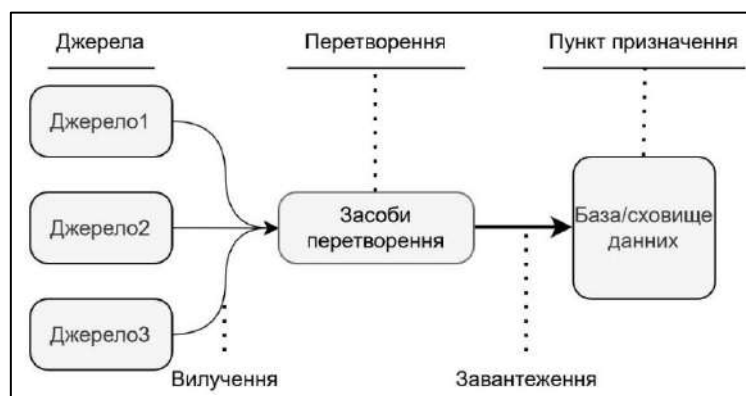


Рис. 1 – схема ETL-процесу

Eman Extract. WebScraper.io реалізує ієрархічну структуру селекторів: кореневий (сторінка каталогу) – pagination – link (сторінка товару) – атрибуtnі селектори третього рівня. Для динамічного контенту застосовано селектори Element click та Element scroll down із затримкою 3 с між запитами відповідно до robots.txt. Результатом є таблиця D_1 з n рядків та 20 стовпців сирих даних, експортована до Google Spreadsheets.

Eman Transform. Ключовою задачею є нормалізація HTML-розмітки описів товарів. Запропоновано алгоритм автоматичного балансування тегів. Для вхідного рядка алгоритм виконує:

1. Видалення небезпечних тегів;
2. Нормалізацію згідно множини дозволених тегів (p, ul, li, strong, em);
3. Балансування відкритих/закритих тегів;
4. Усунення дублювання тегів;

Алгоритм не є повноцінним HTML-парсером і працює лише для наперед визначеного підмножини тегів. Обчислювальна складність алгоритму становить $O(|h| \cdot |S|)$, де $|h|$ – довжина рядка та $|S|$ – кількість дозволених тегів (потужність множини S). Додатково реалізовано макрос стандартизації тексту (заміна невидимих символів, уніфікація тире) та макрос визначення формату зображень за сигнатурою перших 4 байтів (magic bytes): JPEG – FF D8 FF; PNG – 89 50 4E 47; WebP – байти 0-3: 52 49 46 46, байти 8-11: 57 45 42 50.

Eman Load. Python-скрипт автоматично завантажує нормалізовані записи D_2 у CMS через браузерну автоматизацію Selenium. Для роботи з WYSIWYG-редактором CKEditor застосовано програмне перемикання в режим вихідного коду з вставкою через `execute_script()`. Для видалення медіаконтенту реалізовано ітеративний алгоритм з очікуванням AJAX: на кожній ітерації підраховується кількість DOM-елементів k , видаляється перший, далі скрипт очікує стану $k-1$ з таймаутом 2 с.

Результати експериментальної апробації. Систему апробовано на каталозі косметичної продукції ($n = 61$ товарна позиція, 20 атрибутів на позицію). Вимірювання часу проведено для трьох режимів: повністю ручне введення (оператор із досвідом), напівавтоматичне (копіювання з джерела) та автоматизоване (запропонована система). Для кожного режиму зафіксовано час обробки кожної позиції. Результати наведено у таблиці 2.

Таблиця 2.

Результати порівняльного експерименту

Показник	Ручне	Напівавтоматизоване	Автоматизоване
Середній час на позицію, с	середній час ~372 с (стандартне відхилення ± 48 с при $n=5$ вимірюваннях)	середній час ~185 с (стандартне відхилення ± 31 с при $n=5$ вимірюваннях)	середній час ~28 с (стандартне відхилення ± 4 с при $n=5$ вимірюваннях)
Повний каталог (61 поз.), хв	≈ 378	≈ 188	≈ 28

Продовження таблиці 2.

Коефіцієнт прискорення К	1.0 (базовий)	2.0	13.29
Помилки форматування, %	8.2	4.9	не помічено помилок (менше 0.5%)
Пропущені атрибути, %	6.5	3.1	менше 0.5%
Повнота даних (Completeness)	0.935	0.969	0.999

Коефіцієнт прискорення обчислено за формулою:

$$K = \frac{\bar{T}_{manual}}{\bar{T}_{auto}}, \quad (2)$$

де $\bar{T}$ – середній час обробки однієї позиції для відповідного режиму. Для повністю автоматизованого режиму $KK = 372/28 \approx 13.29$.

Метрику повноти визначено як частку заповнених атрибутів від загальної кількості обов'язкових полів [6]:

$$C = \frac{N_{filled}}{N_{total}}, \quad (3)$$

Автоматизована система забезпечила $C = 0.999$, що принципіально означає повне заповнення всіх обов'язкових атрибутів для кожної з 61 позиції. При ручному введенні зафіксовано 79 пропущених атрибутів на 1220 обов'язкових (61×20), що відповідає 6.5% та дає $C = 0.935$. Окремо зафіксовано 100 атрибутів із помилками форматування (8.2%), які не враховуються у метриці повноти C , але відображені у таблиці 2.

Висновок. Формалізовано та експериментально апробовано трикомпонентну ETL-систему консолідації товарних даних для CMS інтернет-магазину. Запропоновано алгоритм автоматичного балансування HTML-тегів зі складністю $O(|h| \cdot |S|)$. Порівняльний аналіз із двома альтернативами (Scrapy, Ostorparse) підтвердив, що запропонований підхід є безкоштовним рішенням із повним циклом ETL та можливістю ручної корекції. Експериментальна апробація на каталозі з 61 позиції продемонструвала коефіцієнт прискорення $K = 13.29$ та повноту даних $C = 0.999$ проти $C = 0.935$ при ручному введенні. Подальший розвиток доцільно спрямувати на інтеграцію з API постачальників та автоматичне оновлення цін і статусів наявності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vassiliadis P., Simitsis A., Skiadopoulos S. Conceptual modeling for ETL processes. Proceedings of the 5th ACM international workshop on Data Warehousing and OLAP. 2002. P. 14–21.
2. Krotov V., Johnson L., Silva L. Tutorial: Legality and Ethics of Web Scraping. Communications of the Association for Information Systems. 2020. Vol. 47. DOI: 10.17705/1CAIS.04724.
3. Mitchell R. Web Scraping with Python: Collecting More Data from the Modern Web. 2nd ed. O'Reilly Media, 2018. 306 p.
4. Selenium Contributors. Selenium WebDriver Documentation. 2024. URL: <https://www.selenium.dev/documentation/>
5. WebScraping.io Documentation. URL: <https://webscraper.io/documentation>
6. Batini C., Scannapieco M. Data and Information Quality: Dimensions, Principles and Techniques. Springer, 2016. 500 p.

УДК 574:004.2

Марія ВОРОНЕНКО,

*к.т.н., доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна.*

Максим СОРОКОВСЬКИЙ,

*здобувач вищої освіти кафедри інформатики і комп'ютерних наук,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна.*

ВИКЛИКИ ТА ЦИФРОВІ РІШЕННЯ НА БАЗІ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

Вступ. Сучасний етап розвитку ІТ характеризується безпрецедентною складністю обчислювальних систем. Стрімка діджиталізація, інтеграція гетерогенних пристроїв Інтернету речей (IoT), розгортання телекомунікаційних мереж шостого покоління (6G) та безперервна еволюція кіберзагроз вимагають принципово нових підходів до управління ресурсами. Традиційні детерміновані методи оптимізації виявляються неефективними в умовах високорозмірних даних через проблему комбінаторного вибуху та експоненційне зростання обчислювальної складності [3].

Відповіддю на ці фундаментальні бар'єри стало широке впровадження генетичних алгоритмів — класу стохастичних методів пошуку та оптимізації, які імітують процеси природного відбору, мутації та спадковості [3].



Рис.1 Ілюстраційна діаграма архітектура генетичного алгоритму

Архітектура генетичного алгоритму (рис. 1) ґрунтується на маніпулюванні популяцією можливих рішень, кожне з яких кодується у вигляді специфічної структури даних — хромосоми. Кожен індивід у популяції оцінюється за допомогою цільової функції придатності, що дозволяє алгоритму працювати з мінімальними апіорними припущеннями щодо властивостей самої задачі. Процес еволюції популяції керується трьома основними генетичними операторами: селекцією, схрещуванням та мутацією [4].

Постановка проблеми. Незважаючи на те, що завдяки імпліцитному паралелізму ГА забезпечують оптимальний баланс між широким дослідженням простору та детальною експлуатацією знайдених оптимумів, традиційні детерміновані методи оптимізації виявляються неефективними в умовах високорозмірних даних. Це відбувається через проблему комбінаторного вибуху та експоненційне зростання обчислювальної складності [3]. Сучасні дослідження вказують на низку критичних викликів у ключових ІТ-сферах:

Хмарні обчислення: Експоненційне зростання кількості дата-центрів призвело до колосального споживання електроенергії. Класичні жадібні евристики зосереджуються на локальних мінімумах і не здатні адаптуватися до глобальних змін навантаження [6].

Мережі 6G та IoT: Управління гетерогенними екосистемами з ультрамасивним підключенням стикається з постійною зміною навантажень. Традиційні системи на основі правил є детермінованими і не масштабуються. Алгоритми рою часток страждають від стагнації у складних середовищах, а класичні ГА можуть мати тривалий час збіжності, високу обчислювальну вартість для динамічних задач та ризик генетичного дрейфу [5].

Кібербезпека: Традиційні сигнатурні методи виявлення вторгнень не здатні розпізнавати новітні загрози, а методи на основі аномалій генерують

неприпустимо високий рівень хибних спрацювань у мережах з обмеженими ресурсами [1].

Експерименти та практична реалізація. Для подолання цих обмежень у 2024-2026 роках відбувається активна гібридизація ГА з технологіями паралельних обчислень, моделями штучного інтелекту та концепціями «відкритої еволюції» [5].

Оптимізація хмарних обчислень (Green Cloud Computing). Генетичні алгоритми вирішують проблему термо-енергетичної ефективності через багатоцільову оптимізацію. Функція придатності комплексного еволюційного алгоритму одночасно оцінює і мінімізує енергоспоживання, кількість порушень угод про рівень обслуговування (SLA) та ресурсомістких міграцій. Практичні симуляції доводять, що використання ГА дозволяє зменшити загальне споживання енергії на 53–54,2% (рис. 2), знизити кількість порушень SLA на 3,5–4,3% та скоротити кількість міграцій віртуальних машин на понад 64% [7].

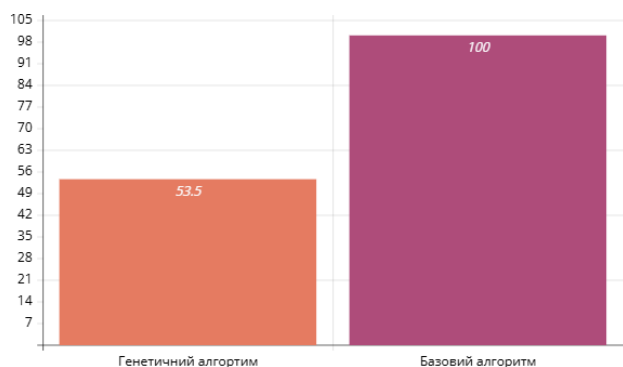


Рис.2 Діаграма ефективності Green Cloud

Більше того, українськими науковцями розроблено передовий гібридний метод маршрутизації задач у хмарному середовищі, який поєднує інструментарій нейромережевого прогнозування із генетичною оптимізацією. Цей підхід дозволяє не лише мінімізувати час очікування в чергах, але й динамічно балансувати інформаційне, енергетичне та теплове навантаження серверів, запобігаючи перегріву обладнання [8].

Оптимізація мереж 6G-IoT: розроблено фреймворки багатокритеріальної машинної класифікації, які інтегрують ГА з класифікаторами керованого навчання та механізмами ансамблевого злиття рішень [2].

Виявлення кібератак: впроваджуються комплексні моделі, що поєднують ГА з глибоким навчанням. Генетичний алгоритм відповідає за оптимізацію відбору ознак із сирих масивів мережевого трафіку, що дозволяє компоненту глибокого навчання будувати значно точніші класифікатори [9].

Концепція GENOME: одним із найбільш революційних напрямків є оптимізація великих мовних моделей (LLM) [4]. Замість традиційного

донавчання розроблено фреймворк безградієнтної оптимізації GENOME (GENetic Optimization for Model Evolution) [10].

Висновок. У межах виконаної роботи доведено, що генетичні алгоритми переживають етап концептуального ренесансу. Зіткнувшись із викликами масштабованості хмарних платформ, динамічністю 6G/IoT-інфраструктур та адаптивністю кіберзагроз, традиційні оптимізатори вичерпали свій ресурс. Завдяки здатності до глобального паралельного пошуку та синергії з алгоритмами глибокого навчання, ГА стали фундаментальним інструментом для розв'язання надскладних ІТ-задач. Вони забезпечують базис для Green Cloud Computing, формують адаптивну оборону в кіберпросторі та демократизують процеси розробки генеративного штучного інтелекту завдяки безградієнтній еволюції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тренди кібербезпеки 2024 року InDevLab, URL: <https://indevlab.com/uk/blog-ua/trendi-kiberbezpeki-2024-roku/>
2. Intelligent 6G IoT Configuration Optimisation Using Multi-Algorithm Machine Learning Classification - IIETA, URL: <https://www.iieta.org/download/file/fid/192149>
3. Qualities, challenges and future of genetic algorithms: a literature review - INET Oxford, URL: <https://www.inet.ox.ac.uk/publications/qualities-challenges-and-future-of-genetic-algorithms-a-literature-review>
4. Five Decades of Genetic Algorithms: A Systematic and Bibliometric Review (1975-2025), URL: https://www.researchgate.net/publication/400692618_Five_Decades_of_Genetic_Algorithms_A_Systematic_and_Bibliometric_Review_1975-2025
5. Qualities, Challenges and Future of Genetic Algorithms | Semantic Scholar, URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Qualities%2C-Challenges-and-Future-of-Genetic-Vi%C3%A908eabc3fe2459c4b13083bb580b375c68f0e25d2>
6. Optimized Cloud Resource Allocation Using Genetic Algorithms for ..., URL: <https://arxiv.org/abs/2504.17675>
7. A genetic algorithm-based virtual machine scheduling algorithm for energy-efficient resource management in cloud computing - ResearchGate, URL: https://www.researchgate.net/publication/381952146_A_genetic_algorithm-based_virtual_machine_scheduling_algorithm_for_energy-efficient_resource_management_in_cloud_computing
8. Болсун С. В., Казимир В. В. Гібридний метод маршрутизації задач у хмарному середовищі з використанням нейромережового прогнозування та генетичної оптимізації, URL : <https://ir.stu.cn.ua/bitstreams/843e9e44-fe67-434d-a635-337861d03fce/download>

9. Integrated Genetic Algorithm and Deep Learning Approach for Effective Cyber-Attack Detection and Classification in Industrial In, URL: <https://www.repository.cam.ac.uk/bitstreams/89daaea3-cde0-4ec5-ba87-468b49d80b52/download>

10. Nature-Inspired Population-Based Evolution of Large Language ..., URL: <https://arxiv.org/pdf/2503.01155>

УДК 004.42; 004:67

Віктор ГОНЧАР,

студент гр. БІП 3-22, факультет інженерії

та інформаційних технологій,

Київський національний

університет технологій та дизайну

Тетяна ДЕМКІВСЬКА,

кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та

комп'ютерних технологій, Київський національний університет

технологій та дизайну

СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ШИФРУВАННЯМ КЛЮЧІВ ДОСТУПУ

У сучасному динамічному цифровому світі, де більшість бізнес-процесів перенесено у хмарні середовища та розподілені мережі, захист конфіденційної інформації відіграє ключову роль у забезпеченні життєздатності організацій. На сьогодні шифрування є найбільш надійним методом невербального захисту даних, проте стійкість будь-якої криптосистеми визначається не лише складністю алгоритму, а й ефективністю управління ключами. Проблема компрометації, втрати або несанкціонованого копіювання ключів доступу є критичною загрозою, що може призвести до масштабних витоків інформації. Тому розробка та впровадження спеціалізованих програмних рішень для автоматизації життєвого циклу криптографічних об'єктів є фундаментальною частиною побудови сучасного захищеного інформаційного периметра [1].

В умовах стрімкого розвитку кіберзлочинності та постійної появи нових методів атак, системним адміністраторам та фахівцям із безпеки, які не мають вузькоспеціалізованої підготовки у сфері вищої математики та криптографії, стає все важче самостійно організовувати безпечне збереження та регулярну ротацію сотень унікальних ключів [2]. Саме тому виникає гостра потреба у використанні програмних продуктів, які виступають «єдиною точкою довіри» та допомагають здійснювати грамотне адміністрування секретів. Згідно з

аналізом ринку засобів кібербезпеки, проведеним у роботі [3], встановлено, що більшість наявних систем управління ключами (KMS) орієнтовані на великі корпорації, мають закриту архітектуру та високу вартість обслуговування. Їх функціонал часто перевантажений надлишковими інструментами для інтеграції з глобальними хмарами, тоді як сектор малого бізнесу потребує локальних, швидких та надійних утиліт з прозорою логікою роботи. Крім професійних комплексів, ринок пропонує прості менеджери паролів, проте вони нерідко мають обмежені можливості щодо контролю термінів дії ключів та не підтримують гнучке розмежування прав доступу між персоналом. Також існує ряд недоліків у безкоштовних рішеннях: вони часто потребують значного часу на попереднє налаштування, що підвищує поріг входження для недосвідчених користувачів.

Таким чином, розробка програмного рішення у вигляді інтерактивної системи «CryptoKey Manager» з використанням сучасних патернів проектування є актуальним завданням. Це дозволить користувачам автоматизувати складні криптографічні операції, забезпечуючи високий рівень захисту без необхідності залучення сторонніх дорогих консультантів з безпеки.

Головними перевагами розробленого програмного рішення «CryptoKey Manager» є забезпечення логічної перевірки стійкості генерованих ключів (аналіз ентропії, перевірка довжини та відповідності стандартам FIPS), відображення статусів безпеки в реальному часі та автоматичне надання рекомендацій щодо заміни ключів у разі їх застарівання. Особливістю системи є реалізація механізму «Master Key», що дозволяє шифрувати всю базу даних одним головним ключем, який не зберігається у системі у відкритому вигляді. Програма надає повний спектр CRUD-операцій для керування записами через адміністративну панель, що дозволяє гнучко редагувати метадані ключів та налаштовувати рівні доступу. Для зручності тривалої роботи користувача передбачено можливість персоналізації інтерфейсу: зміна кольорової схеми (світла/темна теми), масштабування елементів керування та шрифтів, а також повна локалізація інтерфейсу на декілька мов.

На рис.1 представлена UML-діаграма прецедентів (Use Case Diagram) для розробленого програмного рішення «CryptoKey Manager». Наведена діаграма детально ілюструє основні сценарії взаємодії користувачів із системою, а також визначає межі функціональності для різних ролей. В архітектурі системи чітко розмежовано права двох акторів: Користувача та Адміністратора. Користувач взаємодіє з системою для генерації секретів, перегляду власних доступів та копіювання ключів, тоді як Адміністратор володіє розширеним інструментарієм для керування обліковими записами, аудиту дій та налаштування глобальних політик безпеки сховища.



Рис.1. UML-діаграма прецедентів

Для розробки зазначеного програмного рішення було обрано стек технологій від компанії Microsoft, що гарантує високу стабільність та сумісність. Об'єктно-орієнтована мова програмування C# використана для реалізації математично складних алгоритмів AES та RSA, а також для побудови надійної бізнес-логіки з використанням технології LINQ для швидкої фільтрації даних. Платформа WPF у поєднанні з мовою розмітки XAML дала змогу створити сучасний графічний інтерфейс з апаратним прискоренням, що базується на патерні MVVM [4], забезпечуючи повне розділення візуальної частини від коду обробки даних. Для збереження інформації використано локальну реляційну СУБД SQLite, яка завдяки своїй портативності не потребує окремого сервера, а використання розширень для шифрування бази забезпечує захист даних навіть у разі фізичного викрадення файлу сховища. Проектування інтерфейсу здійснювалося в хмарному сервісі Figma, що дозволило створити ергономічний UI/UX дизайн.

Створений програмний продукт є завершеним інструментом для широкого кола споживачів — від системних адміністраторів до рядових користувачів, які прагнуть захистити свої цифрові активи. Система дозволяє суттєво мінімізувати час на рутинні операції з ключами та нівелювати ризики, пов'язані з використанням слабких паролів чи застарілих методів шифрування.



ЛІТЕРАТУРА

1. Barker E. B. Guideline for Chosen Key Management Methods. NIST Special Publication 800-57. 2020. Part 1, Rev. 5. 162 p. URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-57pt1r5> (date of access: 24.03.2026).
2. Stallings W. Cryptography and Network Security: Principles and Practice. 8th ed. London : Pearson, 2023. 928 p. URL: <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/cryptography-and-network-security-principles-and-practice/P200000003255> (date of access: 24.03.2026).
3. Гнатюк С. О., Юдін О. К., Корченко О. О. Сучасні криптографічні системи управління ключами: стан та перспективи розвитку. Захист інформації. 2024. №1. С. 15-28. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/ZI> (date of access: 24.03.2026).
4. MVC, MVP, and MVVM: Simple in Appearance, Powerful in Practice – Leapcell – URL: <https://leapcell.medium.com/mvc-mvp-and-mvvm-simple-in-appearance-powerful-in-practice-2bfc39494d91> (date of access: 24.03.2026).

УДК 004.7

Анжела ГРИГОРОВА,

*к.т.н., доцент, завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж,
Херсонський національний технічний університет, м.Херсон, Україна*

Микита МОКЛЯК,

*здобувач першого(бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 125 «Кібербезпека та захист інформації»,
Херсонський національний технічний університет, м.Херсон, Україна*

КОНЦЕПЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ КРИПТОГРАФІЧНОГО МОДУЛЯ TPM

Криптографічний модуль TPM був створений для забезпечення базових функцій захисту на апаратному рівні. Але стрімке зростання обсягів даних, ускладнення кіберзагроз і підвищення вимог до інформаційної безпеки стимулюють пошук нових підходів та способів використання модуля TPM.

Одним з перспективних напрямів є трансформація TPM із допоміжного засобу в центральний елемент архітектури, який функціонує як універсальний криптографічний шлюз. У такій моделі всі інформаційні потоки системи будуть проходити через апаратні механізми шифрування, дешифрування та контролю доступу. Це дозволить принципово змінити підхід до забезпечення кібербезпеки та сформуванати нову парадигму, в якій захист інтегрується на апаратному рівні функціонування системи [1, 2].



У межах цієї концепції TRM перетворюється на центральний компонент, відповідальний за обробку всієї інформації. Такі операції як запис даних на носій, передача мережею або обробка процесором, могли б автоматично оброблятися із застосуванням криптографічних алгоритмів. Це дозволить досягти максимально можливого рівня конфіденційності та цілісності даних. Криптографічні ключі при цьому залишаються ізольованими всередині TRM, що унеможливує їх витік або використання сторонніми суб'єктами. Навіть у випадку компрометації операційної системи або впровадженні шкідливого програмного забезпечення, доступ до інформації залишається обмеженим, оскільки відсутній механізм отримання ключів дешифрування.

Важливою перевагою такого підходу є забезпечення цілісності даних, оскільки всі операції проходять безпосередньо через TRM. Модуль отримує можливість контролювати будь-які зміни інформації та перевіряти їх на відповідність встановленим політикам безпеки. Це дозволяє ефективно протидіяти широкому спектру атак. У результаті такого підходу отримуємо захищене середовище, в якому будь-яка несанкціонована дія стає неможливою без відповідних криптографічних ключів і дозволів.

Додатково централізація механізмів автентифікації та контролю доступу в TRM відкриває можливості для реалізації складних і гнучких політик безпеки, що враховують не лише права користувачів, а й інші параметри.

В той же час, повна централізація криптографічних функцій у TRM має суттєві обмеження. Однією з основних проблем є зниження продуктивності системи. Криптографічні операції, навіть за наявності апаратної підтримки, потребують додаткових ресурсів і часу. Ще одна проблема - масштабованість. Класичні реалізації TRM не розраховані на постійну обробку великих потоків даних.

Для реалізації запропонованої концепції необхідна модернізація модуля або його інтеграція безпосередньо в центральний процесор, оперативну пам'ять та підсистеми введення-виведення. Це ускладнює архітектуру обчислювальної системи, підвищує вартість апаратного забезпечення та вимагає нових інженерних підходів до проектування систем [3].

Додатковим ризиком є формування єдиної точки відмови. У разі повної залежності системи від TRM - будь-яка його несправність, вразливість або фізичне пошкодження можуть призвести до повної втрати доступу до даних або зупинки роботи системи. Це підвищує вимоги до надійності модуля та необхідність впровадження механізмів резервування і відновлення. Питання сумісності з існуючим програмним забезпеченням також залишаються актуальними, оскільки не всі операційні системи та застосунки здатні ефективно функціонувати в умовах тотального шифрування на рівні кожної операції.



З огляду на зазначені обмеження, перспективним напрямом є впровадження гібридної моделі функціонування TRM. У такій архітектурі модуль виступає не як єдиний виконавець усіх криптографічних операцій, а як центральний координатор політик безпеки, управління ключами та контролю довіри. Основне обчислювальне навантаження при цьому розподіляється між спеціалізованими апаратними компонентами, інтегрованими на різних рівнях системи. Це дозволяє зменшити затримки, підвищити продуктивність і водночас зберегти високий рівень захисту інформації.

Важливим елементом удосконаленої моделі є використання механізмів динамічної генерації криптографічних ключів. У цьому випадку ключі створюються для окремих процесів, сесій або навіть окремих операцій, що забезпечує високий рівень ізоляції даних. Навіть у разі компрометації одного елемента системи доступ до інших даних залишається обмеженим.

Додатково значний потенціал має інтеграція TRM із механізмами довіреного виконання, що дозволяє забезпечити контроль цілісності програмного середовища та перевірку автентичності коду перед його виконанням. Це відкриває можливості для створення ізольованих середовищ, у яких можуть безпечно виконуватися критично важливі операції.

Актуальність запропонованої концепції значною мірою визначається сучасними тенденціями розвитку інформаційних технологій, такими як поширення хмарних сервісів, розподілених обчислень і віддаленого доступу до ресурсів. У таких умовах традиційні програмні засоби захисту не забезпечують повного контролю над життєвим циклом даних. Використання TRM як централізованого елемента управління довірою дозволяє реалізувати наскрізний захист незалежно від середовища обробки або передачі інформації.

Подальший розвиток цієї концепції передбачає впровадження адаптивних механізмів шифрування, які змінюють рівень захисту залежно від контексту виконання, типу даних і рівня загрози. У такій моделі TRM виконує роль інтелектуального контролера, що аналізує стан системи та приймає рішення щодо оптимального використання криптографічних алгоритмів. Це дозволяє досягти балансу між безпекою та ефективністю використання ресурсів.

Перспективним також є напрям інтеграції функціоналу TRM безпосередньо в архітектуру процесорів нового покоління. У цьому випадку криптографічні операції стають невід'ємною частиною базових обчислювальних процесів, що дозволяє суттєво знизити затримки та підвищити загальну продуктивність системи. Такий підхід формує основу для створення нової генерації обчислювальних систем, у яких безпека закладена на апаратному рівні.

Трансформація TRM у центральний елемент управління довірою є перспективним напрямом розвитку кібербезпеки, який дозволяє забезпечити



високий рівень захисту даних і сформувати нову архітектуру обчислювальних систем. Водночас реалізація цієї концепції потребує подальшого вдосконалення апаратного забезпечення, оптимізації криптографічних процесів і вирішення проблем продуктивності та надійності. У довгостроковій перспективі такий підхід здатен стати основою для побудови високонадійних інформаційних систем стійких до кіберзагроз.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основи довіреного платформеного модуля. Microsoft Learn. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/security/hardware-security/tpm/tpm-fundamentals> (дата звернення 20.03.2026)
2. Що таке модуль TPM?. Microsoft Support. URL: <https://support.microsoft.com/uk-ua/topic/%D1%89%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B5-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C-tpm-705f241d-025d-4470-80c5-4feeb24fa1ee> (дата звернення 18.03.2026)
3. Огляд технології довіреного платформеного модуля. Microsoft Learn. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/security/hardware-security/tpm/trusted-platform-module-overview> (дата звернення 18.03.2026)

УДК 004.9:658.8

Юрій ГРИЦУК

к.т.н., доц., доцент кафедри

інформаційних технологій та аналітики даних

Національний університет «Острозька академія», м. Острог

МАРКЕТИНГОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ НА БАЗІ NO-CODE ПЛАТФОРМ: АРХІТЕКТУРА ТА ІНТЕГРАЦІЯ

На сьогоднішній день малі та мікропідприємства відіграють роль ключового рушія економіки, проте майже 50% з них припиняють свою діяльність протягом перших п'яти років, причому однією з головних причин є неадекватна або погано реалізована маркетингова стратегія [1]. В умовах цифрової економіки управління взаємовідносинами з клієнтами вимагає переходу від інтуїтивних підходів до рішень, керованих даними (data-driven marketing).

Дослідження показують, що маркетингові команди використовують лише близько 33% можливостей свого технологічного стеку, а до 25% бюджету витрачається на інструменти, які дублюють один одного або взагалі не інтегровані в загальну систему [2]. Головними бар'єрами для малого бізнесу

залишаються брак фінансування та відсутність вузькоспеціалізованих ІТ-компетенцій у власників чи менеджерів.

Ефективною відповіддю на ці виклики стала стрімка еволюція low-code та no-code (LCNC) платформ. Ці технології змінюють процес розробки програмного забезпечення, дозволяючи користувачам створювати складні додатки та налаштовувати автоматизацію за допомогою візуальних інтерфейсів та готових шаблонів без необхідності написання програмного коду [3]. За оцінками аналітичних компаній та галузевих оглядів, до 65–70% нових корпоративних застосунків у найближчі роки розроблятимуться із використанням low-code/no-code підходів [4].

Такий підхід сформував феномен «citizen development» (громадянська розробка). Нетехнічні співробітники, які володіють глибоким розумінням бізнес-процесів, можуть самостійно проєктувати цифрові рішення, що значно прискорює цифрову трансформацію на робочих місцях та знижує навантаження на класичні ІТ-відділи [5]. Використання no-code інструментів дозволяє мікропідприємствам розгортати маркетингові системи корпоративного рівня з мінімальними капіталовкладеннями.

Методологічною основою дослідження стали принципи системного аналізу, концептуального моделювання баз даних та інженерії програмного забезпечення. Узагальнення сучасних публікацій і практичних рішень дозволило виокремити наступні ключові функціональні підсистеми маркетингової інформаційної системи (МІС), реалізація яких можлива засобами no-code (рис. 1):

- Підсистема збору даних: підключення рекламних платформ, CRM, e-commerce, соціальних мереж, подієвих сервісів через готові конектори, API та вебхуки;
- Підсистема інтеграції та збагачення: побудова no-code ETL/ELT-процесів, нормалізація атрибутів (кампанія, канал, креатив), об'єднання ідентифікаторів клієнтів, застосування правил очищення даних;
- Підсистема зберігання даних: використання реляційних чи напівструктурованих no-code сховищ (табличні моделі Airtable-подібних систем, no-code CDP, інтеграція з хмарними DWH через візуальні конектори);
- Аналітична підсистема: побудова дашбордів та звітів для моніторингу воронки, ROI, LTV, атрибуції, ефективності каналів і кампаній із застосуванням готових шаблонів та інтеграцій із BI-сервісами;
- Підсистема автоматизації маркетингових процесів: моделювання сценаріїв лід-менеджменту, nurture-кампаній, тригерних розсилок, синхронізації сегментів та аудиторій між платформами за допомогою no-code workflow-рушіїв;

- Підсистема управління: засоби керування правами доступу, аудит змін, моніторинг працездатності інтеграцій і процесів, контроль відповідності політикам безпеки та захисту даних.

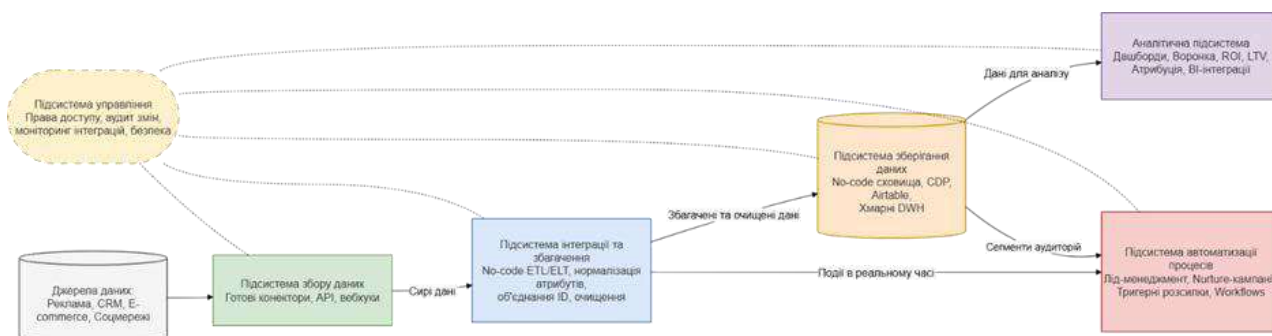


Рис. 1. Функціональні підсистеми МІС, реалізація яких можлива засобами no-code

Завдяки такій архітектурі тригерна подія (наприклад, заповнення вебформи) ініціює каскад автоматичних дій: оновлення профілю в CRM, створення картки завдання для менеджера та запис агрегованих даних для аналітики. Це повністю усуває ручне введення інформації та мінімізує час відгуку на запит клієнта, що в перспективі здатне підвищити конверсію та оптимізувати операційні витрати компанії.

Попри очевидні переваги гнучкості, неконтрольована інтеграція десятків мікросервісів створює серйозний ризик формування так званих «франкенштейн-стеків» (franken-tech stacks) [6]. Складність таких систем часто призводить до накопичення технічного боргу – прихованих витрат на підтримку системи, спричинених вибором швидких, але неоптимальних технічних рішень. У маркетингу технічний борг проявляється через перевищення лімітів API, десинхронізацію баз даних та виникнення leaky funnels, коли потенційні клієнти втрачаються на етапі передачі інформації між платформами. Проте, варто наголосити, що no-code платформи самі по собі не є причиною цього боргу; причиною є відсутність архітектурного бачення у нетехнічних спеціалістів.

Наскрізна маршрутизація клієнтських даних (зокрема, у фінансовому секторі) також актуалізує проблему дотримання вимог щодо захисту конфіденційності, наприклад, таких як GDPR [7]. Передача персональної інформації через інтегратори типу Zapier та створення дублюючих баз у

загальнодоступних інструментах вимагає від підприємства проведення обов'язкового картування даних. Відсутність прозорого розуміння того, де саме зберігаються дані в розгалуженому no-code стеку, ускладнює процеси видалення або модифікації інформації за запитом користувача, що становить значний юридичний та репутаційний ризик.

Таким чином, проектування маркетингових інформаційних систем на базі no-code платформ відкриває для мікропідприємств широкі можливості для масштабування, автоматизації лідогенерації та впровадження data-driven підходів без залучення розробників. Однак створення стабільної омніканальної архітектури вимагає достатньо високого рівня технологічної дисципліни.

Успіх інтеграції залежить від суворої стандартизації номенклатури даних на етапі їх збору, регулярного моніторингу інтеграційних шлюзів та усвідомленого управління технічним боргом. Подальші дослідження у цій сфері доцільно спрямувати на розробку стандартизованих фреймворків безпеки та комплаєнсу для citizen-developed систем в умовах жорстких регуляторних обмежень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bahaaudeen A. et al. Integration of Management Information Systems in Marketing Strategies for Enhanced Consumer Engagement. *Journal of Posthumanism*. 2025. Vol. 5, no. 5. P. 2985–3008.
2. Sculley D., Holt Gary, Golovin Daniel, Davydov Eugene, Phillips Todd, Ebner Dietmar, Chaudhary Vinay, Young Michael, Crespo Jean-Francois, and Dennison Dan. Hidden technical debt in Machine learning systems. *In Proceedings of the 29th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 2 (NIPS'15)*, Vol. 2. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2503–2511.
3. Mou A. J. Martech stack adoption in SMEs: a review of automation, CRM, and AI integration. *American Journal of Advanced Technology and Engineering Solutions*. 2025. Vol. 1, no. 1. P. 348–381.
4. Burridge Casey. WordPress and the future of no-code: Must-know statistics for 2023. *GravityKit*. URL: <https://www.gravitykit.com/wordpress-no-code/> (date of access: 04.04.2026).
5. Davenport T. H., Barkin I. How AI-empowered 'citizen developers' help drive digital transformation. MIT Sloan. *MIT Sloan*. URL: <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/how-ai-empowered-citizen-developers-help-drive-digital-transformation> (date of access: 04.04.2026).
6. Breaking Technical Debt's Vicious Cycle to Modernize Your Business. Devico. *IT outstaffing company for steady growth*. Devico. URL: <https://devico.io/blog/breaking-technical-debts-vicious-cycle-to-modernize-your-business> (date of access: 04.04.2026).

7. GDPR Relief for SMEs? EDPB and EDPS Weigh in on the EU's Simplification Plans. *Privacy World*. URL: <https://www.privacyworld.blog/2025/07/gdpr-relief-for-smes-edpb-and-edps-weigh-in-on-the-eus-simplification-plans/> (date of access: 04.04.2026).

УДК 004.056.55

Євгенія ДРОЗДОВА

старший викладач кафедри комп'ютерних систем та мереж

Віктор КОЗЕЛ

к.т.н., доц., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж

Олексій ІВАНЧУК

доктор філософії, асистент кафедри комп'ютерних систем та мереж

Херсонський національний технічний університет

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ПЕРЕВІРКИ ЦІЛІСНОСТІ ДАНИХ У ЦИФРОВИХ СЕРВІСАХ НА ОСНОВІ ДЕРЕВ ХЕШУВАННЯ

Інтенсивний розвиток цифрових сервісів, хмарних платформ та розподілених інформаційних систем призводить до постійного зростання обсягів даних, що зберігаються та обробляються у корпоративних середовищах. У таких умовах одним із ключових завдань інформаційної безпеки є забезпечення контролю цілісності даних, тобто можливості виявлення будь-яких несанкціонованих змін інформації [1].

Класичні підходи до перевірки цілісності базуються на використанні криптографічних хеш-функцій. Однак для великих масивів даних повторне обчислення хешу всього набору інформації потребує значних витрат часу та обчислювальних ресурсів [2]. Тому у сучасних системах все ширше застосовуються ієрархічні методи хешування, зокрема дерева Меркла, які дозволяють ефективно перевіряти окремі фрагменти даних без необхідності обробки всього масиву [3].

Метою роботи є аналіз ефективності використання дерева Меркла для контролю цілісності даних у цифрових сервісах та оцінка їх практичної придатності для використання у бізнес-орієнтованих інформаційних системах.

Принцип організації дерева Меркла

Дерево Меркла - це двійкова ієрархічна структура, у якій листові вузли містять хеш-значення окремих блоків даних, а внутрішні вузли формуються шляхом хешування конкатенації значень дочірніх вузлів.

Нехай вихідний масив даних розбивається на n блоків $B_1, B_2, \dots, B_n$. Для кожного блоку обчислюється хеш $h_i = H(B_i)$, де $H(x)$ - криптографічна хеш-функція. Хеш внутрішнього вузла формується за правилом

$$h_{\text{parent}} = H(h_{\text{left}} \parallel h_{\text{right}})$$

У результаті формується кореневий хеш, який є компактним представленням стану всього набору даних (рис.1).

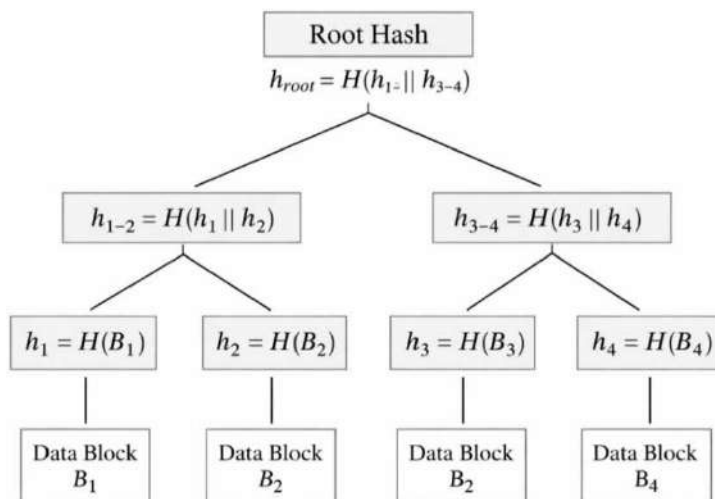


Рис.1. Дерево Меркла

Однією з важливих переваг дерева Меркла є ефективність основних операцій. Побудова структури потребує часу, пропорційного кількості блоків даних. Для перевірки цілісності окремого блоку немає потреби перераховувати хеш для всього набору даних, достатньо обчислити хеші лише для вузлів на шляху від відповідного листа до кореня дерева. Це суттєво зменшує обчислювальні витрати та прискорює перевірку.

Така властивість є особливо важливою при роботі з великими обсягами інформації, оскільки дозволяє швидко перевіряти окремі частини даних без необхідності обробляти весь масив. У результаті підвищується продуктивність систем зберігання та передавання даних.

Експериментальні результати

Для оцінки продуктивності було проведено експериментальне дослідження програмної реалізації дерева Меркла. Дерево представлено динамічною бінарною структурою даних, у якій кожен вузол містить хеш-значення та покажчики на дочірні вузли. Листові вузли відповідають блокам вихідних даних, для яких обчислюються первинні хеші, внутрішні вузли формуються шляхом хешування конкатенації значень дочірніх вузлів. Такий підхід дозволяє будувати дерево поступово та не потребує попереднього виділення пам'яті для всієї структури.

Метою експерименту було оцінити часові характеристики операцій побудови дерева та перевірки цілісності окремого блоку даних. У процесі дослідження використовувалися набори даних різного розміру, які розбивалися на блоки фіксованої довжини. Для кожного набору вимірювався час побудови дерева, а також середній час перевірки одного блоку шляхом обчислення хешів уздовж шляху від відповідного листа до кореня структури.

Для обчислення хеш-значень використовувалися криптографічні функції SHA-256 та національний стандарт хешування «Купина», визначений у ДСТУ 7564:2014 [4]. Використання двох різних алгоритмів дозволило порівняти їх вплив на продуктивність побудови дерева та перевірки даних. Хоча обчислення хешів за алгоритмом «Купина» потребувало дещо більшого часу, загальні закономірності зміни часових характеристик залишалися однаковими.

Отримані результати (табл.1) показали, що час побудови дерева зростає майже пропорційно кількості блоків даних, що підтверджує лінійну складність цієї операції $O(n)$. Час перевірки одного блоку змінюється значно повільніше і залежить лише від висоти дерева, маючи логарифмічний характер $O(\log n)$. Це підтверджує практичну ефективність використання дерева Меркла для контролю цілісності великих масивів даних.

Таблиця 1.

Результати експериментального дослідження

Кількість блоків	Обсяг даних	Час побудови (с)	Час перевірки (мс)
1 024	~4 МБ	0.018	0.030
32 768	~128 МБ	0.65	0.041
262 144	~1 ГБ	5.8	0.056
1 048 576	~4 ГБ	24.5	0.064

Порівняння методів контролю цілісності

Для оцінки ефективності підходу було проведено порівняння дерева Меркла з традиційними методами перевірки цілісності даних (табл.2).

Таблиця 2.

Порівняння методів контролю цілісності

Метод	Перевірка одного блоку	Масштабо- ваність	Типові сфери застосування
Повне хешування файлу	$O(n)$	Низька	архіви, контроль файлів
Контрольні суми	$O(n)$	Середня	передача даних
Дерево Меркла	$O(\log n)$	Висока	хмарні сервіси, блокчейн

Отримані результати показують, що використання ієрархічних структур хешування значно підвищує ефективність контролю цілісності у великих інформаційних системах.

Практичне застосування у цифрових сервісах

Дерево Меркла може бути використане у різних типах бізнес-орієнтованих інформаційних систем.

У хмарних сервісах зберігання даних ця структура дозволяє перевіряти цілісність окремих файлів без необхідності завантаження всього набору інформації.

У системах резервного копіювання дерево Меркла використовується для швидкого визначення змінених блоків даних, що дозволяє передавати лише модифіковані фрагменти.

У фінансових інформаційних системах ієрархічні хеш-структури застосовуються для захисту журналів транзакцій від несанкціонованих змін.

Особливо широке застосування дерева Меркла отримали у блокчейн-технологіях, де вони використовуються для компактного представлення великої кількості транзакцій у межах одного блоку.

Висновки

Проведене дослідження підтверджує ефективність використання дерев хешування для контролю цілісності великих масивів даних у цифрових сервісах. Ієрархічна структура забезпечує поєднання криптографічної надійності та високої алгоритмічної ефективності.

Експериментальні результати демонструють, що час побудови дерева зростає лінійно від кількості блоків, а перевірка окремого елемента має логарифмічну складність. Це робить запропонований підхід придатним для використання у масштабованих інформаційних системах, зокрема у хмарних сервісах, системах резервного копіювання та розподілених цифрових платформах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Stallings W. Cryptography and network security: principles and practice. 7th ed. Boston : Pearson, 2017. 766 p.
2. Menezes A. J., van Oorschot P. C., Vanstone S. A. Handbook of applied cryptography. Boca Raton : CRC Press, 1996. 816 p.
3. Merkle R. C. A digital signature based on a conventional encryption function // Advances in Cryptology – CRYPTO '87. Lecture Notes in Computer Science. Berlin : Springer, 1988. Vol. 293. P. 369–378.
4. ДСТУ 7564:2014. Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Функція гешування «Купина». Чинний від 01.07.2015. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 40 с.

УДК 004.42; 004:67

*Данило ЄРОХІН,
студент гр. БІП2-22, факультет інженерії та
інформаційних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*
*Тетяна ДЕМКІВСЬКА,
кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та
комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*

РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОБРОБКА ГОЛОСОВИХ КОМАНД

У сучасному світі технології розпізнавання мовлення є важливим напрямом розвитку систем штучного інтелекту та забезпечують природну взаємодію людини з комп'ютером. Основною метою даної роботи є розробка програмної системи, здатної ефективно розпізнавати голосові команди користувача та перетворювати їх у відповідні програмні дії [1].

Розпізнавання мовлення являє собою процес автоматичного перетворення аудіосигналу у текстове представлення з використанням математичних моделей, алгоритмів обробки сигналів і методів машинного навчання [2]. На відміну від розпізнавання голосу, яке використовується для ідентифікації особи, ASR орієнтоване саме на визначення змісту мовлення.

Сучасні системи розпізнавання мовлення базуються на поєднанні технологій обробки природної мови, машинного навчання та глибоких

нейронних мереж. Важливими характеристиками таких систем є точність розпізнавання, швидкодія, адаптивність до різних умов середовища та можливість роботи в реальному часі. Ефективність системи значною мірою залежить від якості акустичних моделей, алгоритмів виділення ознак та мовних моделей [3].

Оцінювання ефективності систем розпізнавання мовлення здійснюється за допомогою метрики Word Error Rate, яка визначає відношення кількості помилок до загальної кількості слів [4]. На точність системи впливають такі фактори, як якість аудіосигналу, рівень шуму, акцент мовця та швидкість мовлення.

Аналіз сучасних програмних рішень показав, що провідні позиції займають хмарні сервіси, такі як Google Speech-to-Text та Microsoft Azure Speech Service, які забезпечують високу точність і масштабованість. Водночас вони мають суттєві недоліки, зокрема залежність від інтернет-з'єднання, платну модель використання та потенційні ризики конфіденційності даних. Локальні рішення з відкритим кодом, такі як CMU Sphinx та Mozilla DeepSpeech, забезпечують автономність і контроль над даними, але поступаються за точністю та потребують значних ресурсів для налаштування.

Таким чином, існує суперечність між точністю хмарних рішень і автономністю локальних систем, що обґрунтовує необхідність розробки нової системи розпізнавання мовлення, яка поєднуватиме переваги обох підходів.

У межах даної роботи було розроблено програмне рішення «Ukraine Voice Assistant», яке реалізує функціонал розпізнавання та обробки голосових команд користувача в режимі реального часу. Основною метою системи є забезпечення зручної взаємодії користувача з комп'ютером за допомогою природної мови без необхідності використання клавіатури чи миші.

Архітектура програмного забезпечення побудована за модульним принципом і включає такі основні компоненти: модуль обробки аудіосигналу, модуль розпізнавання мовлення, модуль інтерпретації команд та модуль виконання дій. Такий підхід дозволяє забезпечити гнучкість системи та можливість її подальшого вдосконалення.

На рис.1 представлена UML-діаграма прецедентів для програмного рішення «Ukraine Voice Assistant». Діаграма відображає основні сценарії використання системи та взаємодію користувача з її функціональними можливостями. У системі передбачено одного основного актора — користувача, який взаємодіє з асистентом через голосові команди.

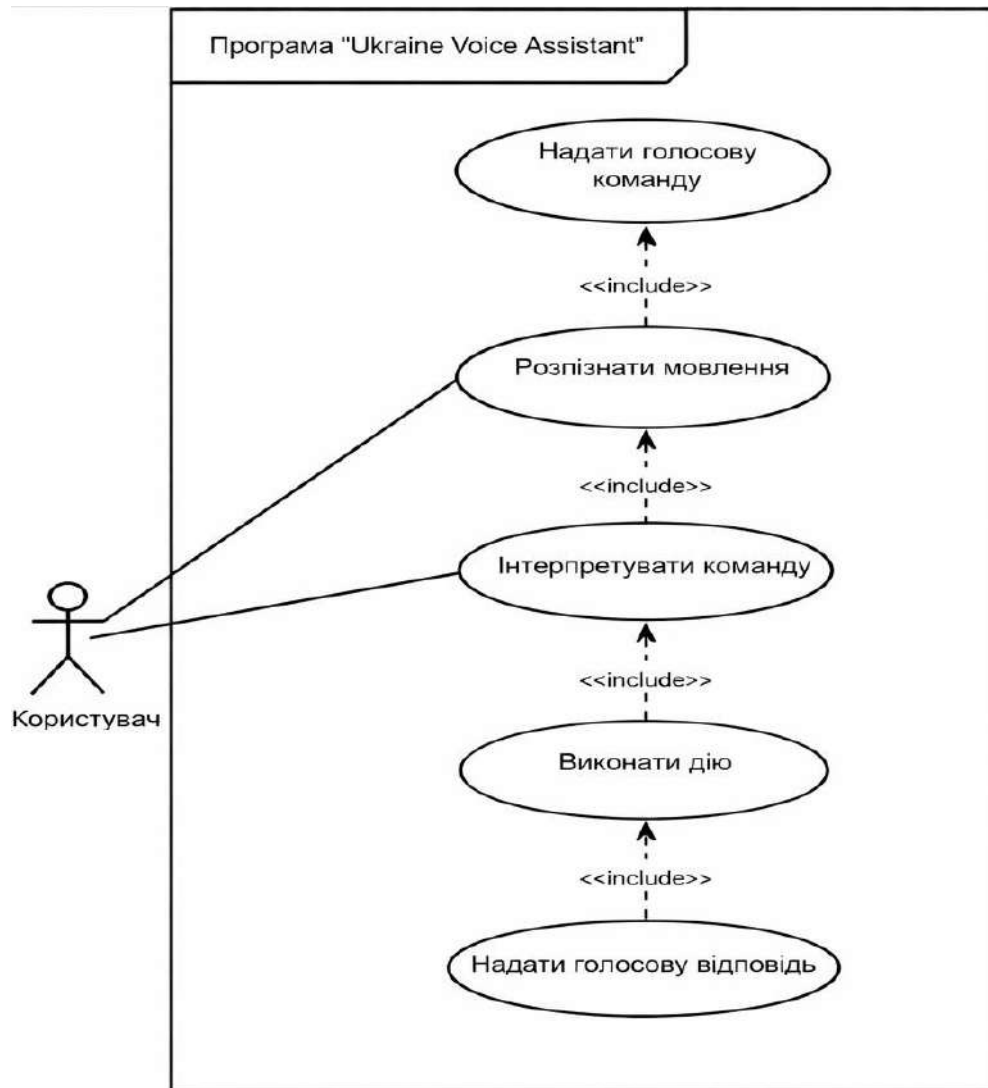


Рис. 1. UML-діаграма прецедентів

Для розробки зазначеного програмного рішення було використано сучасні технології та інструменти, орієнтовані на обробку мовлення та створення інтелектуальних систем. Мова програмування Python застосовується як основний засіб реалізації логіки роботи застосунку завдяки своїй простоті, гнучкості та широкому набору бібліотек для роботи зі штучним інтелектом. Зокрема, бібліотека `speech_recognition` використовується для перетворення мовлення у текст, `pyttsx3` — для синтезу голосових відповідей, а `fuzzywuzzy` — для підвищення точності розпізнавання та інтерпретації команд користувача.

Створений програмний продукт «Ukraine Voice Assistant» виступає зручним засобом для реалізації голосового керування комп'ютером, забезпечуючи швидку та природну взаємодію користувача із системою.

Реалізований функціонал дозволяє виконувати основні дії, здійснювати пошук даних і обробляти голосові запити в режимі реального часу, що сприяє підвищенню продуктивності роботи та покращенню користувацького досвіду. Завдяки простоті використання та інтуїтивному підходу до взаємодії система може бути ефективно застосована користувачами з різним рівнем технічної підготовки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рижко О. М., Крайнікова Т. С., Водолазька С. А., Ситник О. С. Штучний інтелект у медіях. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2023. 312 с. URL: <https://www.calameo.com/read/0076646982bcbbb09a350> (date of access: 01.04.2026).
2. Levis J., Suvorov R. Automatic Speech Recognition. URL: https://www.researchgate.net/publication/261287458_Automatic_Speech_Recognition (date of access: 01.04.2026).
3. Шаров С. В., Лубко Д. В., Осадчий В. В. Інтелектуальні інформаційні системи: навч. посіб. — Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. - 144 с. URL: <https://elar.tsatu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/11c9f493-a2db-4751-a78d-2235cf780846/content> (date of access: 01.04.2026).
4. Hannun A. et al. Deep Speech: Scaling up end-to-end speech recognition // arXiv preprint arXiv:1412.5567. — 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1412.5567> (date of access: 01.04.2026).
5. Литвин В. В., Р.Р. Даревич, Д.Г. Досин Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. 296 с. URL: <https://nasplib.isofts.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/ced49797-52eb-4d90-869b-8bdd961a418e/content> (date of access: 01.04.2026).

УДК 004:35:37

*Марина ЖАРІКОВА,
д.т.н., професор,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна*

МІЖНАРОДНА МАГІСТЕРСЬКА ПРОГРАМА З ЦИФРОВОГО ВРЯДУВАННЯ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК МОЖЛИВІСТЬ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ: ПРОЄКТ AI4GOV-X

Вступ

У сучасних умовах стрімкої цифровізації економіки та державного управління зростає попит на фахівців, здатних працювати на перетині штучного інтелекту, аналізу даних та цифрового врядування. Саме тому особливої



актуальності набувають міжнародні освітні програми, що забезпечують практико-орієнтовану підготовку та інтеграцію до європейського професійного середовища.

Основна частина

Херсонський національний технічний університет є учасником масштабного європейського проєкту **AI4GovAccelerate (AI4GOV-X)**, що реалізується в межах програми Digital Europe Programme . Проєкт об'єднує провідні університети, дослідницькі центри та організації з понад 20 країн Європи та спрямований на підготовку нового покоління фахівців для цифрової трансформації державного сектору.

Ключовим результатом проєкту є створення інноваційної міжнародної магістерської програми, яка поєднує сучасні знання у сферах штучного інтелекту, Data Spaces та цифрового врядування з практичним досвідом реалізації цифрових рішень у публічному секторі .

Особливістю програми є її гнучка структура, що передбачає:

- онлайн-навчання у міжнародному середовищі;
- модульний підхід із можливістю отримання мікрокваліфікацій;
- участь у міжнародних проєктах, воркшопах та літніх школах;
- практичну підготовку на основі реальних кейсів у сфері GovTech.

Навчання здійснюється із використанням сучасної цифрової платформи AI4Scale, яка забезпечує інтегроване освітнє середовище, доступ до навчальних матеріалів, інструментів співпраці та практичних завдань .

Особливу цінність програми становить її міжнародний характер. До викладання залучаються провідні європейські науковці та практики, а також експерти, які безпосередньо реалізують проєкти цифрової трансформації. За результатами навчання передбачається отримання диплома європейського зразка із залученням одного з провідних технічних університетів Європи — Politecnico di Milano, що відкриває широкі можливості для працевлаштування та кар'єрного розвитку.

Програма орієнтована на:

- студентів магістратури технічних, економічних та управлінських спеціальностей;
- молодих фахівців, які прагнуть працювати у сфері цифрових технологій;
- працівників органів державної влади та місцевого самоврядування.

Додатковою перевагою є можливість отримання фінансової підтримки для участі у міжнародних заходах, стажуваннях та навчальних активностях у межах проєкту .

Участь у програмі AI4Gov-X відкриває доступ до міжнародної мережі професіоналів, сучасних знань та практичних інструментів, необхідних для успішної кар'єри у сфері цифрової економіки та публічного управління.

Участь Херсонського національного технічного університету у проєкті AI4Gov-X сприяє інтеграції української освіти до європейського освітнього простору, впровадженню сучасних підходів до підготовки фахівців та підвищенню якості освітніх програм. Це особливо важливо в умовах цифрової трансформації суспільства та необхідності відновлення і розвитку державного управління на основі інноваційних технологій.

Важливим результатом проєкту є формування пан'європейської мережі співпраці у сфері цифрового врядування, яка об'єднує університети, наукові установи, державні органи та бізнес-структури. Така мережа створює умови для обміну знаннями, розвитку інновацій та впровадження передових технологій у публічному секторі.

Окремої уваги заслуговує механізм фінансової підтримки учасників програми, який реалізується через систему каскадного фінансування. Це дозволяє студентам та молодим фахівцям брати участь у міжнародних стажуваннях, літніх школах та інших освітніх заходах, що значно підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці.

Наступні етапи (WP3–WP6) передбачають безпосередню реалізацію освітнього процесу, включаючи запуск магістерської програми, проведення онлайн-курсів, організацію практичних занять, стажувань та інноваційних активностей. Значна роль відводиться платформі AI4Scale, яка забезпечує інтегроване цифрове середовище для навчання, співпраці та виконання практичних завдань. Крім того, в межах проєкту функціонує інноваційна платформа AI4Engine, що сприяє взаємодії між учасниками екосистеми GovTech, аналізу трендів та пошуку нових можливостей для розвитку.

На початковому етапі (WP1–WP2) здійснюється аналіз існуючих освітніх практик, визначення потреб цільових груп, формування концепції програми та розробка її ключових компонентів. Особлива увага приділяється спільному створенню освітнього контенту із залученням представників академічного середовища, державного сектору та бізнесу, що забезпечує актуальність та практичну спрямованість навчання.

Важливою складовою проєкту AI4Gov-X є його комплексна структура реалізації, що передбачає поетапне впровадження освітніх, технологічних та організаційних компонентів. Проєкт триває 48 місяців та включає низку взаємопов'язаних робочих пакетів, спрямованих на створення, апробацію та масштабування магістерської програми у сфері цифрового врядування та штучного інтелекту.

Висновки

Таким чином, магістерська програма, що розробляється в межах проєкту AI4Gov-X, є не лише освітнім продуктом, а й ефективним інструментом професійного розвитку та інтеграції українських студентів у європейський освітній і професійний простір.

УДК 004.272.2:004.432.4

Людмила ЖОВНІРЧИК

*викладач кафедри інформаційних технологій та програмування
Івано-Франківська філія Університету «Україна»
м. Івано-Франківськ, Україна*

ПАРАЛЕЛЬНІ АЛГОРИТМИ В JAVA: ВИКОРИСТАННЯ FORK/JOIN FRAMEWORK ДЛЯ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ

В умовах стрімкого зростання обсягів даних у сучасних інформаційних системах ефективна їх обробка стає критично важливим завданням. Традиційні послідовні алгоритми дедалі частіше не здатні забезпечити необхідну продуктивність, що зумовлює підвищений інтерес до паралельних обчислювальних підходів. Мова програмування Java, починаючи з версії 7, пропонує потужний механізм паралелізму — Fork/Join Framework, який реалізує стратегію «розділяй та владарюй» для ефективного використання багатоядерних процесорів [1].

Fork/Join Framework базується на концепції work-stealing — алгоритмі балансування навантаження між потоками, при якому незайнятий потік може «викрасти» завдання з черги іншого потоку. Це забезпечує рівномірне завантаження ядер процесора та суттєво підвищує ефективність виконання рекурсивно розбитих задач [2]. Центральними класами фреймворку є *ForkJoinPool* — пул потоків із механізмом work-stealing — та абстрактні класи *RecursiveTask<V>* (для задач, що повертають результат) і *RecursiveAction* (для задач без результату).

Практичне застосування Fork/Join Framework охоплює широкий спектр задач обробки великих даних: паралельне сортування масивів, обчислення агрегованих функцій над великими колекціями, паралельний пошук та фільтрація даних, рекурсивна обробка деревоподібних структур. Дослідження показують, що для масивів розміром понад 10 000 елементів паралельна реалізація алгоритму злиттям (merge sort) з використанням Fork/Join може

забезпечити прискорення у 3–6 разів на 8-ядерному процесорі порівняно з послідовною реалізацією [3].

Ключовим параметром налаштування фреймворку є порогове значення (threshold) — мінімальний розмір підзадачі, при якому відбувається подальший поділ. Занадто мале порогове значення призводить до надмірних накладних витрат на управління потоками, тоді як занадто велике — до недостатнього паралелізму. Емпіричні дослідження свідчать, що оптимальне порогове значення зазвичай знаходиться в діапазоні 500–5000 елементів залежно від складності обчислень над кожним елементом [2].

Починаючи з Java 8, Fork/Join Framework інтегровано зі Stream API через метод *parallelStream()*, що значно спростило використання паралельних обчислень для розробників. Паралельні потоки використовують спільний пул *ForkJoinPool.commonPool()*, що дозволяє прозоро розпаралелювати операції над колекціями без явного управління потоками [4]. Проте дослідники застерігають від некритичного застосування *parallelStream()*: для невеликих колекцій або операцій з низькою обчислювальною складністю накладні витрати на синхронізацію можуть перевищити вигоду від паралелізму.

Важливим аспектом використання Fork/Join Framework є коректна робота з поділеною пам'яттю. Java Memory Model гарантує видимість змін між потоками за умови правильного використання примітивів синхронізації. Для накопичення результатів паралельних підзадач рекомендується використовувати атомарні змінні (*AtomicLong*, *AtomicReference*) або механізм *Phaser* для складніших сценаріїв синхронізації [5].

Порівняльний аналіз Fork/Join Framework з іншими засобами паралелізму Java (*ExecutorService*, *CompletableFuture*) свідчить про його переваги саме для рекурсивно розбитих задач обробки даних. Водночас для задач з незалежними обчисленнями фіксованого розміру *ExecutorService* може демонструвати кращу продуктивність завдяки меншим накладним витратам [1].

Таким чином, Fork/Join Framework є ефективним інструментом для реалізації паралельних алгоритмів обробки великих даних у Java. Його використання дозволяє суттєво підвищити продуктивність обчислювально інтенсивних застосунків, повноцінно задіявши ресурси сучасних багатоядерних процесорів. Вивчення цього фреймворку є важливою складовою підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій в умовах зростаючих вимог до обробки великих обсягів даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sharan K. Java 9 Revealed: For Early Adoption and Migration. Apress, 2017. 550 p. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4842-2592-9>

2. Sridharan V. Mastering Concurrency Programming with Java 9. Packt Publishing, 2022. 398 p. URL: <https://www.packtpub.com/product/mastering-concurrency-programming-with-java-9/9781786462497>
 3. Jenkov J. Fork and Join: Java Parallelism. Jenkov Tutorials, 2022. URL: <https://jenkov.com/tutorials/java-util-concurrent/java-fork-and-join-forkjoinpool.html>
 4. Naftalin M. Mastering Lambdas: Java Programming in a Multicore World. McGraw-Hill, 2021. 232 p. URL: <https://www.mhprofessional.com/mastering-lambdas-9780071829625-usa>
 5. Urma R.-G., Fusco M., Mycroft A. Modern Java in Action: Lambdas, Streams, Functional and Reactive Programming. 2nd ed. Manning, 2022. 558 p. URL: <https://www.manning.com/books/modern-java-in-action>
-

УДК 004

Раїса ЗАХАРЧЕНКО,

к.т.н., доцент,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

Олександр ПЯТЬКО,

студент 2 курсу,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОДУКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРА

Вступ

Персональні комп'ютери, ноутбуки та серверні платформи активно використовуються у професійній діяльності, наукових дослідженнях, освітньому процесі та повсякденному житті. За таких умов ефективне управління ресурсами обчислювальної техніки та своєчасне виявлення факторів, що знижують продуктивність, набувають особливої актуальності. Стандартні засоби переважно відображають поточні показники без глибокого аналітичного узагальнення, прогнозування чи автоматизованого виявлення аномалій. Користувач часто змушений самостійно інтерпретувати технічні параметри, що потребує спеціальних знань і досвіду. Використання методів штучного інтелекту та машинного навчання відкриває нові можливості для аналізу продуктивності комп'ютера. Інтелектуальні алгоритми здатні виявляти приховані закономірності в роботі системи, прогнозувати потенційні перевантаження, автоматично визначати причини зниження швидкодії та формувати рекомендації щодо оптимізації. Такий підхід забезпечує перехід від простого моніторингу до проактивного управління ресурсами.

Мета - розробка інтелектуального додатку для аналізу продуктивності комп'ютера, який поєднуватиме збір системних метрик, їх обробку, аналітичне моделювання та візуалізацію результатів у зручному для користувача вигляді.

Виклад матеріалу

Зі зростанням складності програмного забезпечення та обсягів обробки даних питання ефективного використання апаратних ресурсів комп'ютера набуває критичного значення. Навіть сучасні системи під керуванням Microsoft Windows, Linux або macOS можуть демонструвати зниження швидкодії через фонові процеси, перевантаження оперативної пам'яті, фрагментацію диска, шкідливе ПЗ або некоректну конфігурацію системи.

Стандартні інструменти моніторингу (наприклад, диспетчер завдань) надають користувачу поточні показники завантаження процесора, пам'яті чи диска, однак не виконують комплексного аналізу, не виявляють причинно-наслідкових зв'язків і не формують рекомендацій щодо оптимізації. Саме тому виникла потреба у створенні інтелектуального додатка, здатного здійснювати глибокий аналіз системних метрик та підтримувати прийняття рішень.

Модуль збору даних в інтелектуальному додатку забезпечує отримання інформації про завантаження CPU, використання оперативної пам'яті, активність дискової підсистеми, мережеву активність та стан температурних сенсорів (за наявності). Збір здійснюється через спеціалізовані бібліотеки. Модуль зберігання даних додатку виконує збереження історичних показників у базі даних для подальшого аналізу та побудови прогнозів. Аналітичний модуль реалізує статистичний аналіз, виявлення аномалій, класифікацію типів навантаження, прогнозування перевантаження ресурсів. Модуль рекомендацій на основі результатів аналізу формує поради відносно закриття ресурсоємних процесів, очищення автозавантаження, оновлення драйверів, оптимізації використання пам'яті та перевірки системи на шкідливе ПЗ. Інтерфейс користувача інтуїтивно зрозумілий і забезпечує візуалізацію даних у вигляді графіків, діаграм, таблиць та повідомлень.

Інтелектуалізація додатка реалізована за рахунок використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування навантаження, моделей часових рядів для аналізу динаміки використання ресурсів та алгоритмів виявлення аномалій для своєчасного реагування на нестандартні ситуації. Завдяки цьому система може не лише фіксувати перевищення порогових значень, а й прогнозувати майбутні проблеми.

Висновки

Таким чином, розроблений інтелектуальний додаток для аналізу продуктивності комп'ютера поєднує сучасні підходи до програмної інженерії, аналізу даних і штучного інтелекту та сприяє підвищенню ефективності використання обчислювальних ресурсів. Додаток забезпечує автоматизований

аналіз навантаження на центральний процесор, оперативну пам'ять, накопичувачі та мережеві інтерфейси, а також формує рекомендації щодо підвищення ефективності роботи системи. Використання інтелектуального додатка забезпечує підвищення стабільності роботи комп'ютера, зменшення ризику збоїв, оптимізацію використання апаратних ресурсів, зниження енергоспоживання та автоматизацію процесів діагностики. Особливо актуальним такий підхід є для корпоративного середовища, серверних систем та навчальних лабораторій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перевірте продуктивність процесора за допомогою найкращих програм для тестування. URL: <https://as-it.ua/luchshie-programmi-dlja-testa-processora-kak-proverit-proizvoditelnost-vashego-processora/> (дата звернення: 18.02.2026).

2. Безпечне використання потужних інструментів на основі ШІ для продуктивної роботи URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/enterprise/secure-productivity> (дата звернення: 19.02.2026).

3. Як перевірити чи працює ваш ПК на повну потужність: секрет про який ви не знали URL: <https://www.rbc.ua/rus/styler/k-pereviriti-chi-pratsyue-pk-povnu-potuzhnist-1735218862.html> (дата звернення: 22.02.2026).

УДК 004

Леонід ЗАХАРЧЕНКО,

викладач,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

Віктор ФІЛІПЧУК,

студент 4 курсу,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГОТЕЛЬНИМ БІЗНЕСОМ «BRIGHT HOTEL»

Вступ

Сучасний готельний бізнес потребує впровадження ефективних цифрових інструментів для автоматизації процесів бронювання, взаємодії з клієнтами та внутрішнього менеджменту. Швидкий розвиток веб-технологій дозволяє створювати комплексні рішення, що забезпечують цілодобовий доступ до послуг готелю з будь-якої точки світу. Актуальність розробки зумовлена необхідністю оптимізації робочих процесів адміністрації та підвищення якості обслуговування гостей через зручні та інтуїтивно зрозумілі інтерфейси.



Використання сучасних стеків розробки та впровадження веб-орієнтованої системи забезпечує високу швидкість її роботи та надійне збереження даних.

Мета дослідження є особливості проектування та реалізація функціональної веб-системи для управління готелем, яка включає клієнтську частину для ознайомлення з послугами і бронювання номерів, а також адміністративну панель для моніторингу аналітики та управління контентом.

Основна частина

Використання веб-орієнтованої системи управління готельним бізнесом підвищує її ефективність управління за рахунок автоматизації та цифровізації. До основних інноваційних підходів відносять хмарну архітектуру SaaS, штучний інтелект AI, аналітику в реальному часі та ін. Одним із ключових етапів розробки веб-орієнтованої системи управління готельним бізнесом є вибір інформаційних технологій. Він визначає ефективність, продуктивність і масштабованість програмного продукту. Професійно підібраний технологічний стек є гарантією стабільної роботи системи. Для забезпечення високої продуктивності серверної логіки при реалізації проекту обрано серверний стек на базі мови програмування PHP версії 8.4. Взаємодія з веб-сервером здійснюється за допомогою одного із найбільш поширених та надійних рішень у сфері веб-розробки - Apache. Клієнтська частина системи побудована з використанням фреймворку Bootstrap, що гарантує повну адаптивність інтерфейсу для мобільних та десктопних пристроїв. Для покращення користувацького досвіду інтегровано бібліотеку AOS для анімації елементів при прокручуванні сторінок. Важливою складовою системи є модуль аналітики, реалізований за допомогою бібліотеки Chart.js, що дозволяє адміністратору візуалізувати статистичні дані про завантаженість готелю та фінансові показники. Система також містить спеціалізовану компоненту Bootstrap DatePicker для точного вибору дат проживання. Структура проекту передбачає чіткий розподіл між публічною частиною та закритим адміністративним розділом, де зосереджені інструменти керування кадровим складом, меню та іншим контентом.

Висновки

За результатами дослідження обґрунтовано доцільність інноваційних підходів для розробки комплексного програмного рішення, системи «Bright Hotel», яке поєднує в собі інструменти для ефективного управління готельним бізнесом, маркетингового просування готельних послуг та засоби операційного керування бізнесом. Професійний вибір інформаційних технологій визначив ефективність, продуктивність і масштабованість програмного продукту та забезпечив його стабільну роботу. Використання сучасних PHP-технологій та засобів візуалізації даних дозволив покращити сервіс обслуговування клієнтів в туристичній сфері. Використання сучасних алгоритмів аналізу даних та

методів аналітики дає можливість приймати оптимальні управлінські рішення. Впровадження розробленої системи буде сприяти підвищенню конкурентоспроможності підприємства і суттєво покращить взаємодію з кінцевим споживачем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Документація PHP: Hypertext Preprocessor. URL: <https://www.php.net/docs.php> (дата звернення 24.03.2026).
2. Bootstrap: The world's most popular front-end open source toolkit. URL: <https://getbootstrap.com/> (дата звернення 22.03.2026).
3. Chart.js documentation: Simple yet flexible JavaScript charting for designers & developers. URL: <https://www.chartjs.org/docs/> (дата звернення 28.03.2026).
4. Ткаченко О.А., Ткаченко О.І., Щетинін А.О. Веб-орієнтовані системи управління готелями – ефективна цифровізація готельного бізнесу. Науковий журнал «IT SYNERGY», 2024, випуск 1 (6). С 43-61. DOI: <https://doi.org/10.53920/ITS-2024-1-4>.
5. Програмне забезпечення для управління готелями. URL: <https://hotelfriend.com/uk/b/products> (дата звернення: 12.03.2026).
6. Hotels.com. Waar wil je naartoe? URL: https://nl.hotels.com/?locale=nl_NL&pos=HCOM_NL&siteid=300000009 (дата звернення: 14.03.2026).

УДК 640.4:004:658.5

Ольга КАЛАМАН

д-р екон. наук, доцент,

доцент кафедри менеджменту організацій,

Одеський національний економічний університет, м. Одеса

Дмитро ХАРЕНКО

канд. техн. наук, доцент,

доцент кафедри туристичного та готельно-ресторанного бізнесу,

Одеський національний економічний університет, м. Одеса

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ ГОСТИННОСТІ

Сучасний розвиток підприємств гостинності відбувається в умовах високої конкуренції, нестійкого попиту, посилення вимог до якості сервісу та суттєвого впливу цифрового середовища на поведінку споживачів. Для



підприємств індустрії гостинності дедалі важливішим стає не лише сам факт надання послуги, а й здатність швидко управляти інформаційними потоками, координувати дії персоналу, аналізувати запити гостей та своєчасно коригувати управлінські рішення. У таких умовах інформаційні технології перетворюються на стратегічний інструмент підвищення ефективності управління підприємством [1; 2].

У науковому та прикладному вимірах ефективність управління підприємствами індустрії гостинності доцільно розглядати як здатність менеджменту забезпечувати досягнення цілей підприємства через раціональне використання ресурсів, координацію процесів, стабільну якість сервісу, зниження втрат часу та підвищення задоволеності клієнтів. Особливість сфери гостинності полягає в тому, що значна частина управлінських рішень ухвалюється в режимі, наближеному до реального часу. Зміна завантаження, уточнення бронювань, скарги гостей, технічні збої, репутаційні сигнали з цифрових платформ вимагають від керівника доступу до актуальної, точної та структурованої інформації.

Саме тому інформаційні технології доцільно розглядати як основу переходу від інтуїтивного або ситуативного управління до системного, аналітично обґрунтованого підходу. У сучасному підприємстві гостинності цифрові рішення формують єдине інформаційне середовище, у межах якого поєднуються дані про продажі, бронювання, завантаженість номерного фонду, замовлення, роботу персоналу, фінансові показники, комунікацію з клієнтами та результати контролю якості. Така інтеграція дозволяє керівництву бачити цілісну управлінську картину.

Одним із найочевидніших напрямів підвищення ефективності управління є автоматизація операційних процесів. У практиці підприємств гостинності це проявляється у використанні PMS-систем, CRM-платформ, модулів електронного бронювання, систем касового та складського обліку, цифрових журналів реєстрації, сервісів внутрішньої координації та інших програмних рішень. Завдяки їм зменшується кількість ручних дій, скорочуються часові витрати на повторювані операції, знижується імовірність технічних помилок і підвищується прозорість виконання процесів. Важливо, що автоматизація тут створює інформаційну основу для подальшого контролю, аналізу та коригування управлінських дій [2; 3].

Не менш важливою є роль інформаційних технологій у забезпеченні ефективної внутрішньої комунікації. Для підприємств гостинності характерною є висока взаємозалежність підрозділів: служби прийому та розміщення, ресторанної служби, господарського підрозділу, технічного персоналу, маркетингового та фінансового блоків. У разі інформаційних розривів між цими ланками навіть незначні неточності можуть призвести до сервісних

помилки, затримки або втрати лояльності клієнта. Використання цифрових каналів координації, електронних завдань, спільних календарів, внутрішніх чатів, хмарних платформ і систем контролю виконання завдань дозволяє підвищити швидкість обміну інформацією та чіткість розподілу відповідальності.

У сфері гостинності ефективність управління тісно пов'язана з якістю сервісу, а отже, особливого значення набуває використання інформаційних технологій для моніторингу обслуговування. Сучасний клієнт оцінює весь шлях взаємодії з підприємством: зручність пошуку інформації, процес бронювання, швидкість відповіді, атмосферу, уважність персоналу, дотримання обіцянок, якість післясервісної комунікації. Цифрові інструменти дозволяють фіксувати ці параметри через електронні опитування, системи скарг, онлайн-аналітику, рейтинги на спеціалізованих платформах, внутрішні чек-листи та дашборди контролю якості. За рахунок цього менеджмент отримує можливість виявляти системно проблемні ділянки [3; 4].

Особливу цінність у сучасних умовах має аналітика цифрових відгуків споживачів. Відгуки на Google Maps, Booking, TripAdvisor, у соціальних мережах та інших онлайн-ресурсах перетворилися на важливе джерело інформації для керівництва. У них відображаються реальні очікування клієнтів, їхнє емоційне сприйняття сервісу, повторювані проблеми та сильні сторони підприємства. За умови систематичного аналізу відгуків менеджмент може своєчасно виявляти сервісні ризики, коригувати стандарти обслуговування, змінювати алгоритми взаємодії з гостями та покращувати репутаційну позицію підприємства. Так інформаційні технології виконують діагностичну й прогностичну функцію.

Суттєве значення інформаційні технології мають і для управління персоналом. У підприємствах гостинності персонал є безпосереднім носієм сервісу, тому від організації праці, дисципліни, рівня підготовки та якості внутрішньої комунікації залежать результати всієї діяльності. Разом із тим управління персоналом у цій сфері ускладнюється змінним графіком, сезонністю, нерівномірним навантаженням, потребою в швидкому навчанні нових працівників та необхідністю постійного контролю за дотриманням стандартів. Цифрові системи планування змін, електронного інструктажу, внутрішнього тестування, онлайн-навчання та оцінювання результативності дозволяють зробити кадровий менеджмент більш упорядкованим і результативним [2; 5].

Окремого розгляду потребує застосування інформаційних технологій у фінансово-економічному управлінні. Для керівника важливо розуміти, які саме послуги, сегменти клієнтів, канали продажу або часові періоди формують дохід і витрати підприємства. Цифрові системи обліку та аналітики дають змогу



деталізувати такі показники, оцінювати рентабельність окремих напрямів діяльності, прогнозувати попит, контролювати витрати та приймати більш обґрунтовані рішення щодо ресурсного забезпечення. Отже, інформаційні технології підсилюють економічну складову управління.

Разом з тим впровадження інформаційних технологій не слід розглядати як автоматичну гарантію підвищення ефективності. На практиці результат залежить від того, наскільки цифрові рішення відповідають реальним потребам підприємства, чи інтегровані вони в повсякденну діяльність, чи підтримуються організаційними змінами та чи володіє персонал необхідними цифровими компетентностями. Фрагментарне використання окремих програм без єдиної логіки управління призводить до того, що технологія існує формально, не створюючи істотного ефекту. Тому цифровізація в системі менеджменту має супроводжуватися переосмисленням внутрішніх процесів, стандартів і ролі інформації.

На нашу думку, у підприємствах гостинності інформаційні технології мають розглядатися як інструмент стратегічного посилення управлінської спроможності. Їхня цінність полягає в тому, що вони допомагають менеджеру працювати з причинами проблем, переходити від реактивного управління до проактивного, від фрагментарних рішень до системного аналізу, від накопичення даних до їхньої інтерпретації та практичного використання. Саме в цьому виявляється їхній потенціал як чинника підвищення ефективності діяльності.

Таким чином, інформаційні технології є важливим інструментом підвищення ефективності управління підприємствами індустрії гостинності, оскільки сприяють автоматизації операцій, покращенню внутрішньої координації, посиленню контролю, вдосконаленню роботи з персоналом, моніторингу якості сервісу та підвищенню обґрунтованості управлінських рішень. Максимальний ефект від їхнього використання досягається, коли цифрові рішення впроваджуються системно, узгоджуються зі стратегією розвитку підприємства та спираються на готовність менеджменту використовувати інформацію як ключовий ресурс сучасного управління. За таких умов цифровізація стає реальним чинником зміцнення конкурентоспроможності й стійкого розвитку підприємств гостинності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Земліна Ю., Букатов А. Інформаційні технології як фактор конкурентоспроможності готельно-ресторанного підприємства: аналітичний зріз ринку України. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2025. Т. 7, № 2. С. 207–219. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.7.2.2024.335173>.

2. Стегней М. І., Нодь О. Л., Бергхауер О. О., Кампов Н. С. Трансформація готельно-ресторанного обслуговування в умовах цифровізації. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Т. 9, № 3. С. 26–29. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-3-4>

3. Бурак В. Г., Тюхтенко Н. А. Сучасні інтерактивні технології управління у просуванні послуг готельно-ресторанного бізнесу. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2023. Т. 22, № 1(53). С. 37–53. DOI: [https://doi.org/10.18524/2413-9998.2023.1\(53\).288740](https://doi.org/10.18524/2413-9998.2023.1(53).288740)

4. Барна М., Мельник І. Стратегія цифровізації готельно-ресторанного бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2025. № 71. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-66>

УДК 004.896:004.415.53

Артем КІКНАДЗЕ

здобувач вищої освіти факультету інформаційних технологій та дизайну,

Херсонський національний технічний університет, Україна

Олексій МАТВІЙЧУК

викладач-стажист кафедри Програмних засобів і технологій

Херсонський національний технічний університет, Україна

ВИКОРИСТАННЯ LLM-АГЕНТІВ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИПРАВЛЕННЯ ПОМИЛОК У CI/CD ЛОГАХ

У сучасних мікросервісних архітектурах значні обсяги логів, що генеруються під час CI/CD-процесів та розгортання систем, створюють проблему когнітивного перевантаження DevOps-інженерів, що суттєво уповільнює процес відновлення сервісів. Традиційні методи аналізу на основі утиліти «grep» та регулярних виразів демонструють низьку ефективність, оскільки вони обмежені пошуком за відомими сигнатурами й не здатні інтерпретувати семантичний контекст помилок. Особливу складність становлять критичні збої, спричинені конфліктами залежностей, помилками компіляції або некоректними конфігураціями середовища виконання, оскільки їхні причини часто розподілені між декількома взаємозалежними сервісами.

Концептуальною основою пропонованого підходу є застосування LLM-агентів, які, на відміну від статичних скриптів, здатні інтерпретувати контекст помилок шляхом звернення до зовнішніх джерел даних та контексту попередніх білдів. Логіка обробки даних реалізована за допомогою фреймворку LangChain із використанням моделі GPT-4o, що дозволяє агенту зіставляти логи



з контекстом виконання для виявлення прихованих аномалій інфраструктури. Такий підхід забезпечує трансформацію неструктурованих технічних даних у конкретний план дій для розробника.

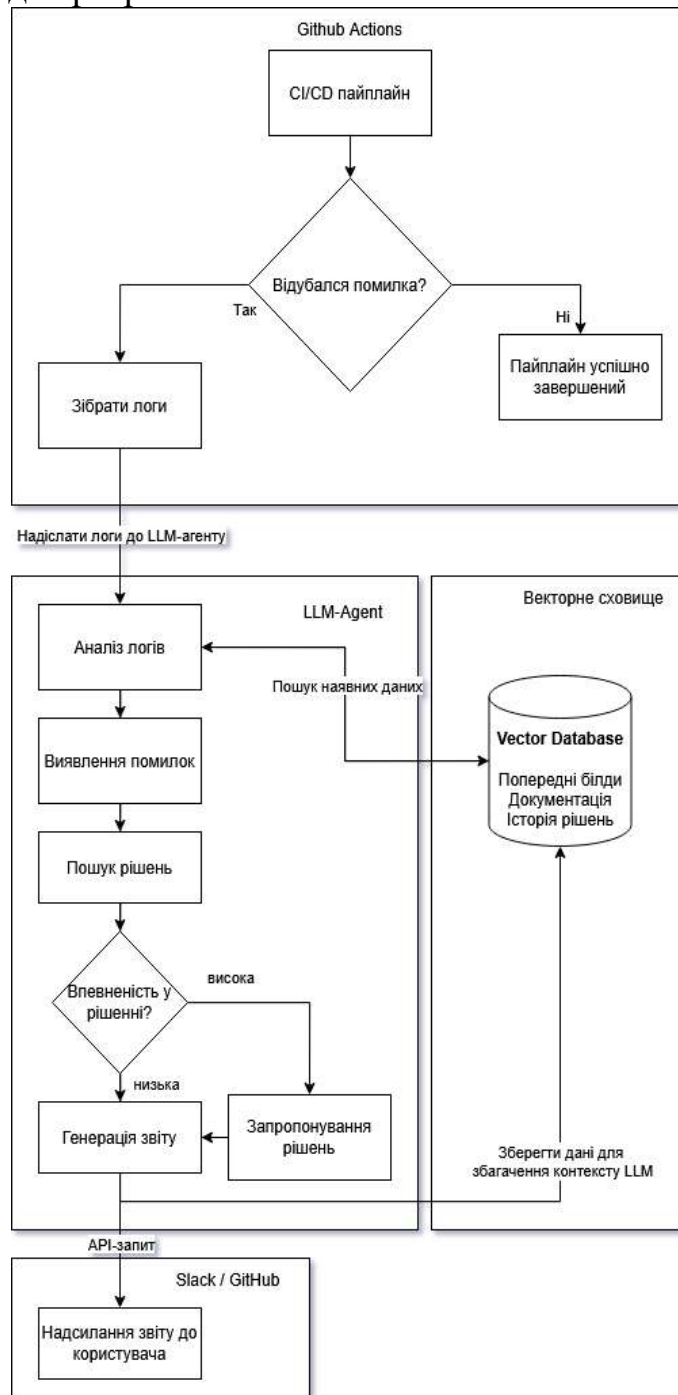


Рис. 1 Схеми роботи LLM-агенту під час помилки CI/CD-пайплайну

Висновок. Для підвищення релевантності результатів та мінімізації помилок генерації було застосовано метод RAG (Retrieval-Augmented

Generation), що дозволяє динамічно збагачувати контекст запиту актуальними даними з технічної документації та історії успішних розгортань, збережених у векторному сховищі. Апробація розробленої системи підтвердила високу точність ідентифікації причин несправностей, особливо у сценаріях із розподіленими помилками. Отримані результати вказують на суттєве скорочення середнього часу діагностики (MTTR) та створюють підґрунтя для розробки самовідновлюваних конвеєрів, здатних автономно застосовувати необхідні виправлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. LangChain Documentation. URL: <https://docs.langchain.com/> (дата звернення: 08.04.2026).
2. LLM -Powered CI/CD Pipelines — When Pipelines Debug Themselves. URL: <https://medium.com/cloudops-insider/llm-powered-ci-cd-pipelines-when-pipelines-debug-themselves-a5b18d5d378b> (дата звернення: 08.04.2026).
3. Ameisen E. Building Machine Learning Powered Applications: Going from Idea to Product. O'Reilly Media, Incorporated, 2021. 260 p.

УДК 004.42; 004:67

Валентина КОЗАЧЕНКО,
*студентка гр. БІП2-22, факультет інженерії
та інформаційних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*

Тетяна ДЕМКІВСЬКА,
*кандидатка технічних наук, доцентка кафедри
інформаційних та комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*

РОЗРОБКА ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ТРЕКІНГУ ОСОБИСТОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГРАМІСТА З ПІДТРИМКОЮ ОКР/КРІ

Сучасний етап розвитку індустрії інформаційних технологій характеризується стрімким зростанням вимог до продуктивності праці програмістів. Умови віддаленої та гібридної роботи ускладнюють процеси контролю виконання завдань та оцінювання ефективності фахівців, оскільки традиційні методи управління, засновані на безпосередньому спостереженні, стають неможливими або суттєво викривленими. На перший план виходить необхідність впровадження спеціалізованих програмних рішень для трекінгу особистої ефективності, які базуються на об'єктивних метриках та кількісних показниках роботи [1].

Головною проблемою сучасного управління продуктивністю ІТ-фахівців є те, що більшість існуючих систем управління завданнями (Jira, Trello, Asana) орієнтовані переважно на командну роботу та візуалізацію процесів, але не забезпечують вбудованих інструментів для глибокого аналізу індивідуальної ефективності програміста. Для отримання розширених метрик продуктивності ці платформи вимагають інтеграції сторонніх модулів або підключення зовнішніх аналітичних систем, що ускладнює інфраструктуру та збільшує витрати. Крім того, більшість наявних рішень не підтримують методологію OKR, яка є ефективним інструментом стратегічного планування та досягнення цілей у ІТ-сфері [2].

Метою даної роботи є розробка веб-платформи для трекінгу особистої ефективності програміста з підтримкою OKR/KPI, яка забезпечує зручний інструментарій для планування робочого часу, відстеження виконання задач, аналізу власної продуктивності та досягнення поставлених цілей. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: проаналізувати існуючі програмні рішення для управління особистою ефективністю, визначити ключові показники ефективності для програміста, обрати оптимальний стек технологій для реалізації, спроектувати архітектуру веб-додатку, розробити моделі даних для роботи з OKR та KPI, реалізувати систему авторизації з розмежуванням прав доступу, створити функціонал для ведення стратегічних цілей та щоденних показників, інтегрувати засоби візуалізації даних та провести тестування розробленого програмного забезпечення.

Для реалізації платформи обрано технологічний стек на основі платформи .NET, зокрема фреймворк ASP.NET Core MVC, який є сучасною кросплатформною технологією з відкритим кодом. Архітектурний шаблон MVC забезпечує чітке розділення логіки програми на модель, представлення та контролер, що значно спрощує розробку, тестування та подальший супровід програмного продукту [3]. Мова програмування C# забезпечує високу надійність та продуктивність коду завдяки строгій типізації, що дозволяє виявляти помилки на етапі компіляції. Для зберігання даних на етапі прототипування використовуються статичні списки в пам'яті, з подальшою інтеграцією SQL Server з використанням Entity Framework Core. Для створення користувацького інтерфейсу застосовано HTML5, CSS3, JavaScript та фреймворк Bootstrap 5 для забезпечення адаптивності. Для візуалізації аналітичних даних використано бібліотеку Chart.js.

Спроектовано архітектуру веб-додатку на основі шаблону MVC, яка забезпечує чітке розділення відповідальностей між компонентами системи. Рівень Model представлений двома основними класами: Okr для зберігання стратегічних цілей з обчислюваною властивістю ProgressPercentage для

відображення відсотка виконання, та Kpi для зберігання щоденних показників ефективності з обчислюваною властивістю ProductivityLevel для автоматичного визначення рівня продуктивності. Для забезпечення коректності даних застосовано атрибути валідації Required, Range та DataType. Рівень Controller реалізовано через OkrController, KpiController та AuthController, які обробляють HTTP-запити, виконують операції над моделями та обирають відповідні представлення для відображення результатів. Інтерфейс користувача побудовано на основі єдиного шаблону _Layout.cshtml з динамічним відображенням пунктів меню залежно від статусу авторизації.

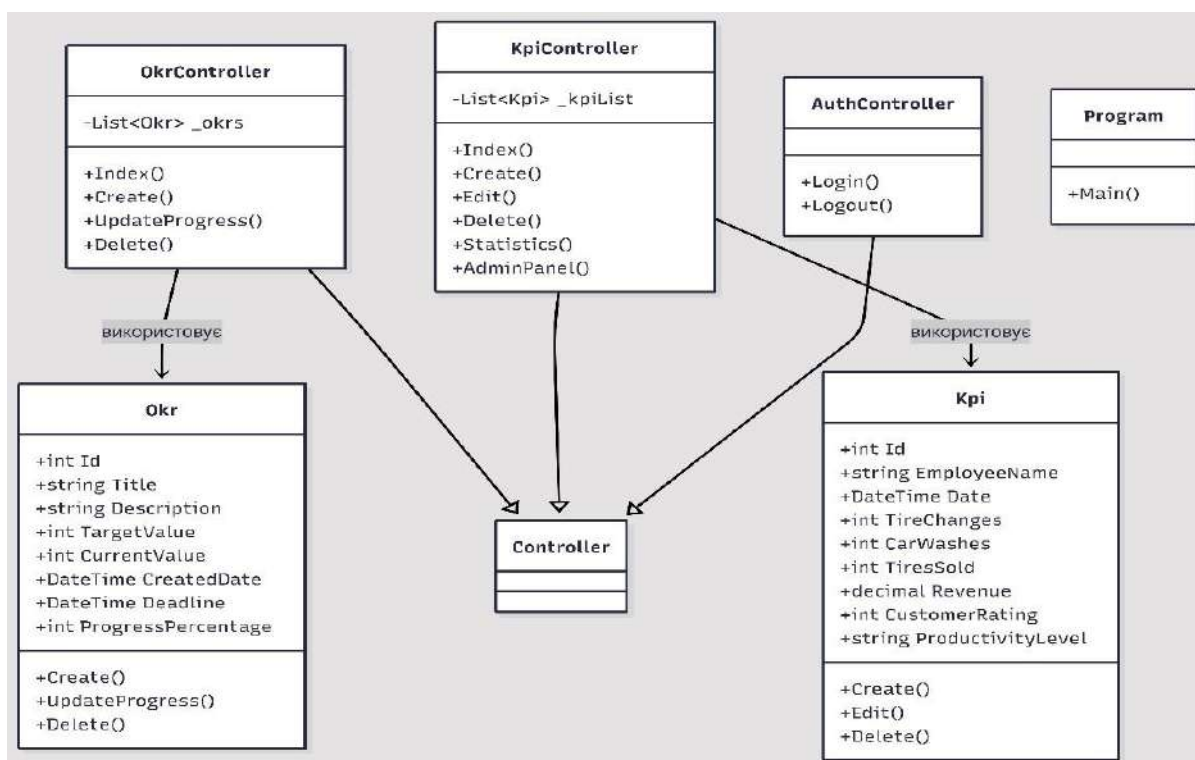


Рис. 1 – Архітектура веб-додатку

Реалізовано систему авторизації з розмежуванням прав доступу, де звичайні користувачі мають доступ лише до перегляду даних, а авторизовані адміністратори можуть виконувати всі операції створення, редагування та видалення записів. Вхід до системи здійснюється за логіном та паролем, неавторизовані спроби доступу до захищених сторінок перенаправляються на сторінку авторизації. Для візуалізації аналітичних даних інтегровано бібліотеку Chart.js, яка дозволяє створювати інтерактивні графіки динаміки роботи, що надає керівництву можливість приймати обґрунтовані управлінські рішення на основі наочних даних.

Розроблено модуль OKR, який дозволяє вести облік стратегічних цілей з відстеженням прогресу виконання у відсотках через візуальні прогрес-бари, а також модуль KPI, який забезпечує щоденне внесення показників по кожному співробітнику з можливістю перегляду історії, сортуванням за датою та візуалізацією клієнтського рейтингу у вигляді зірок. Розділ статистики надає загальні показники за період та графіки динаміки роботи. Інтерфейс платформи розроблено з урахуванням принципів зручності, інтуїтивної зрозумілості та адаптивності для коректного відображення на різних пристроях.

У результаті проведеного дослідження та практичної розробки створено веб-платформу для трекінгу особистої ефективності з підтримкою OKR/KPI. Розроблена система повністю відповідає поставленим вимогам та забезпечує автоматизацію процесів планування, обліку та аналізу продуктивності. Хоча для демонстрації працездатності платформи використано дані шиномонтажного центру VIANOR, архітектура моделей даних є універсальною і в майбутньому може бути легко адаптована для потреб програмістів шляхом заміни специфічних полів на відповідні показники: кількість закритих задач, виправлених багів, опрацьованих годин тощо [4]. Розроблений програмний продукт може бути використаний як окремими програмістами для самоорганізації та відстеження власного прогресу, так і керівниками IT-команд для об'єктивного оцінювання ефективності роботи персоналу на основі реальних даних.

Тестування розробленої платформи підтвердило коректність роботи всіх функціональних модулів, правильність валідації даних та надійність системи авторизації. Закладена архітектурна база створює необхідні передумови для подальшого розширення функціоналу, зокрема інтеграції з реальною базою даних SQL Server, додавання API для мобільного додатку, розширення звітності та впровадження системи сповіщень. Розроблений програмний продукт може бути використаний як програмістами для самоорганізації, так і керівництвом для об'єктивного оцінювання ефективності роботи персоналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Forsgren N., Humble J., Kim G. Accelerate: The Science of Lean Software and DevOps: Building and Scaling High Performing Technology Organizations. IT Revolution Press, 2018. 288 p. URL: <https://itrevolution.com/product/accelerate/> (date of access: 07.04.2026).
2. Doerr J. Measure What Matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation Rock the World with OKRs. Portfolio, 2018. 320 p. URL: <https://www.whatmatters.com/> (date of access: 07.04.2026).

3. Richards M., Ford N. Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach. O'Reilly Media, 2020. 432 p.
URL: <https://www.oreilly.com/library/view/fundamentals-of-software/9781492043447/> (date of access: 07.04.2026).
 4. Sutherland J. Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time. Crown Business, 2014. 384 p.
URL: <https://books.google.com/books/about/Scrum.html?id=RoPZCwAAQBAJ> (date of access: 07.04.2026).
-

УДК 004.4:004.05:336.7

Наталія КОЗУБ

к.т.н., доцент, доцент кафедри програмних засобів і технологій, Юлія КОСТИК

Senior Quality Assurance Engineer, IT – кампанія «DataArt»

Олег ШВИДКИЙ

здобувач вищої освіти, Херсонський національний технічний університет

АДАПТИВНЕ ТЕСТУВАННЯ ФІНАНСОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ТА ПОВЕДІНКОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вступ. Сучасні фінансові інформаційні системи характеризуються високими вимогами до надійності, безпеки та безперервності функціонування, що зумовлює необхідність удосконалення підходів до їх тестування. Традиційні методи тестування не завжди забезпечують ефективне покриття критичних компонентів системи, особливо в умовах обмежених ресурсів та динамічних змін у поведінці користувачів.

У зв'язку з цим актуальним є застосування адаптивних підходів до тестування, що поєднують ризик-орієнтовані методи та аналіз поведінкових характеристик користувачів. Оцінювання ризику компонентів доцільно здійснювати на основі моделі $R=P \cdot I$, яка широко використовується у risk-based testing. Інтеграція ризикових показників із даними про використання системи дозволяє підвищити релевантність тестових сценаріїв і зосередити ресурси на найбільш критичних ділянках.

У даній роботі запропоновано інтелектуальну модель адаптивного тестування фінансових систем, формалізовано задачу оптимізації тестового покриття як багатокритеріальну задачу мінімізації ризику пропуску дефектів за обмежених ресурсів, а також розроблено алгоритм динамічного пріоритезування тестових сценаріїв. Отримані експериментальні результати



підтверджують ефективність запропонованого підходу, зокрема підвищення якості тестування та зменшення кількості критичних дефектів.

Постановка проблеми. Фінансові системи характеризуються високими вимогами до надійності, безпеки та безперервності. Класичні підходи до тестування (повне або регресійне покриття) є ресурсомісткими та не враховують нерівномірний розподіл ризиків між компонентами, реальні сценарії використання системи, динамічну зміну поведінки користувачів. Це зумовлює необхідність переходу до **адаптивного тестування**, що базується на інтеграції ризиків і поведінкових даних.

Математична модель.

Модель ризику компонента. Нехай система складається з множини компонентів: $C=\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. Для кожного компонента визначимо ризик:

$R_i = P_i \cdot I_i$, де P_i — ймовірність виникнення дефекту, I_i — вплив (імпакт) дефекту на систему.

Поведінкова модель користувачів. Нехай $U=\{u_1, u_2, \dots, u_m\}$. Введемо вагу використання компонента:
$$B_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^n f_j}$$
, де f_i — частота звернень до компонента c_i

Інтегрована функція пріоритету. Пріоритет тестування компонента: $Priority_i = R_i(1 + \gamma B_i)$, де γ - параметр чутливості до поведінки ($\gamma=0$ – поведінка ігнорується, $\gamma=1$ – помірний вплив, $\gamma>1$ – сильний акцент на популярних компонентах). Наприклад, нехай $R_i=0.5$, $B_i=0.8$. Якщо $\gamma=1$: $Priority_i=0.5(1+0.8)=0.9$, якщо $\gamma=2$: $Priority_i=0.5(1+1.6)=1.3$. Той самий ризик, але різний пріоритет.

Оптимізаційна задача. Мета — максимізувати сумарний покритий ризик при обмеженні ресурсів: $\max \sum_{i \in S} Priority_i$, за умов: $\sum_{i \in S} Cost_i \leq T$, де:

S — обрана множина тестів, $Cost_i$ — вартість тестування, T — доступний ресурс (час/обчислення).

Задача зводиться до модифікованої задачі **рюкзак (Knapsack Problem)**.

Архітектура системи адаптивного тестування.

Система включає такі модулі:

- 1) Data Collection Layer: логи користувачів; історія дефектів; метрики виконання тестів;
- 2) Risk Assessment Module: оцінка P_i (на основі дефектів); оцінка I_i (бізнес-критичність);
- 3) Behavior Analytics Module: аналіз частоти використання f_i ; кластеризація сценаріїв користувачів;
- 4) Priority Engine: обчислення та ранжування пріоритетів;
- 5) Test Selection Optimizer: розв'язання задачі оптимізації (жадібний або DP-алгоритм);

6) Execution Layer: інтеграція з CI/CD; запуск тестів (наприклад, Selenium, API-тести);

7) Feedback Loop: оновлення моделей на основі нових дефектів і логів.

Алгоритм адаптивного тестування:

1. Оцінка P_i , I_i , обчислення R_i .
2. Аналіз використання та обчислення B_i .
3. Розрахунок $Priority_i$.
4. Сортування за $Priority_i / Cost_i$.
5. Відбір тестів з урахуванням ресурсу.
6. Виконання тестування.
7. Оновлення моделей.

Експериментальна оцінка. Метрики оцінювання: **Defect Detection Rate (DDR), Test Efficiency (TE), Risk Coverage (RC).**

Очікувані результати: 1) підвищення покриття критичних дефектів на 20–35%; 2) зменшення витрат часу на тестування на 15–25%; 3) підвищення релевантності тестових сценаріїв.

Наукова новизна полягає у поєднанні ризик-орієнтованого та поведінкового підходів у межах єдиної функції пріоритизації, формалізації процесу адаптивного тестування як багатокритеріальної оптимізаційної задачі, а також у розробленні ітеративного алгоритму з механізмом зворотного зв'язку для динамічного оновлення параметрів моделі.

Висновки. Запропонована модель забезпечує динамічну адаптацію процесу тестування до змін у структурі системи та поведінці користувачів. Це є критично важливим для фінансових інформаційних систем із високими вимогами до надійності та безпеки. Отримані результати підтверджують ефективність застосування інтелектуальних підходів у задачах тестування програмного забезпечення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Destefanis G., Yousefi L., Shepperd M. An audit of machine learning experiments on software defect prediction // Empirical Software Engineering. 2026. Vol. 31. P. 83.
2. Naseem R., Shaukat Z., Irfan M. et al. Empirical assessment of machine learning techniques for software requirements risk prediction // Electronics. 2021. Vol. 10, No. 2. P. 168.
3. Technical risk model of machine learning based software project development // Information and Software Technology. 2024. Vol. 171. P. 107449.
4. A systematic review of machine learning methods in software testing // Applied Soft Computing. 2024. Vol. 162. P. 111805.

5. Stocco A., Shehory O., Jahangirova G. et al. Software testing in the machine learning era // Empirical Software Engineering. 2023. Vol. 28. P. 74.
6. Machine learning-based test selection for simulation-based testing of software // OUCI. 2021.
7. ISO/IEC/IEEE 29119-1:2022. Software testing — Part 1: Concepts and definitions. Geneva: ISO, 2022.
8. Reid S. Risk-based testing for AI systems // Software Testing Standard. 2024.
9. Письменний І. В., Кислий Р. В., Клещ К. В. AI-driven tools in modern software quality assurance: an assessment of benefits, challenges, and future directions // Technology Audit and Production Reserves. 2025. № 5. С. 25–33.
10. Кухаренко В. М., Бондаренко О. В. Методи забезпечення якості програмного забезпечення: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 256 с.

УДК 004.85

Юлія КОЛЯНДРА
студент, кафедра інженерії програмного забезпечення (603)
Євгенія СОКОЛОВА
кандидат технічних наук, доцент,
кафедра інженерії програмного забезпечення (603)
Національний аерокосмічний університет
"Харківський авіаційний інститут", м. Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ У БОРТОВИХ СИСТЕМАХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Розглянуто підхід до прогнозування відмов бортових систем безпілотних літальних апаратів (БПЛА) із використанням методів машинного навчання. Проведено аналіз алгоритмів виявлення аномалій. Сформульовано вимоги до побудови системи діагностики та прогнозування відмов.

Постановка проблеми. Сучасні БПЛА перетворилися на складні системи, що виконують критичні завдання в умовах високої невизначеності. Аналіз джерел показує, що більшість аварійних ситуацій спричинена відмовами актуаторів, сенсорних систем (GPS – Global Positioning System, IMU – Inertial Measurement Unit) або структурною деградацією, наприклад, тріщини гвинтів або вихід з ладу двигунів [1].



Традиційні підходи до діагностики відмов (FDD – Fault Detection and Diagnosis) спираються на детерміновані математичні моделі. Але вони мають обмеження: необхідність наявності точної математичної моделі об'єкта, чутливість до зовнішніх чинників та нездатність адаптуватися до непередбачуваних відмов [2]. Через збільшення використання БПЛА у міському середовищі та зонах конфліктів виникає потреба у впровадженні інтелектуальних систем моніторингу.

Мета роботи. Розробка архітектури інтелектуальної системи прогнозування відмов БПЛА, яка забезпечує: прогнозування стану бортових систем на основі часових рядів телеметрії; виявлення аномалій на основі відхилення прогнозованих і реальних даних; інтеграцію прогнозних значень у контур оцінки стану для підвищення стійкості керування. Основним завданням є мінімізація впливу відмов сенсорів та актуаторів на точність оцінки стану БПЛА в умовах невизначеності.

Наукова новизна роботи полягає у запропонованій інтеграції гібридної моделі прогнозування (LSTM – Long Short-Term Memory /регресійної) у контур фільтрації стану на основі EKF (Extended Kalman Filter), що дозволяє здійснювати динамічне заміщення сенсорних даних прогнозними значеннями у випадку виявлення аномалій. На відміну від існуючих підходів, запропонована архітектура поєднує прогнозування відмов із механізмом їх компенсації в реальному часі.

Використання нейронних мереж, таких як LSTM та BLSTM (Bidirectional LSTM), є перспективним підходом для аналізу даних польотів. На відміну від рекурентних нейронних мереж (RNN), BLSTM враховує контекст майбутніх станів. Це важливо для виявлення початку відмови в динаміці польоту. За даними [3], точність виявлення відмов актуаторів при використанні BLSTM може досягати 99%.

Однією з основних проблем навчання систем прогнозування є дефіцит даних про відмови (fault data). Для вирішення цієї проблеми доцільно використовувати гібридний метод [4], що об'єднує динамічну та дата-орієнтовну моделі.

Такий підхід дозволяє створювати віртуальні набори fault data, які враховують нелінійні ефекти, невидимі для класичних симуляторів. Це дозволяє навчити нейронну мережу розпізнавати характерні сигнатури відмов ще до того, як вони стануть катастрофічними.

Нехай $x(t) \in \mathbb{R}^n$ - вектор телеметричних даних БПЛА (показники IMU, GPS, стан двигунів). Модель прогнозування формує оцінку майбутнього стану:

$$\hat{x}(t + \Delta t) = f_{\theta}(x(t), x(t - 1), \dots, x(t - k))$$

де f_{θ} – модель на основі LSTM/BLSTM.

Виявлення аномалії здійснюється за критерієм відхилення:

$$D(t) = \| x(t) - \hat{x}(t) \|$$

При перевищенні порогового значення $D(t) > \varepsilon$ фіксується аномалія (fault condition).

На основі аналізу існуючих рішень [2] [4], на рисунку 1 запропоновано архітектуру системи діагностики. Її функціонування базується на трьох рівнях: (1) моніторингу телеметрії; (2) прогнозованого аналізу за допомогою моделей Ridge Regression/LSTM для виявлення відхилень від безпечної зони (Bubble Violation); (3) перемикавання контуру ЕКФ на прогнозовані дані в умовах виявленої несправності.

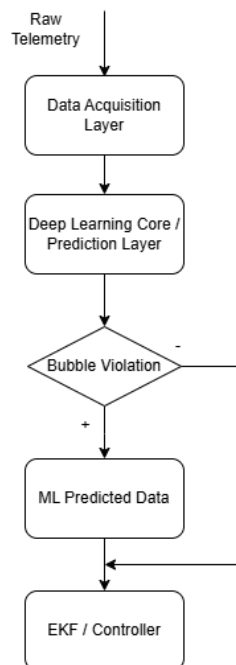


Рис. 1 – Архітектура системи прогнозування та безперебійного керування БПЛА

У стандартному режимі ЕКФ використовує реальні сенсорні дані $z(t)$. У випадку виявлення аномалії ($D(t) > \varepsilon$) відбувається перемикавання на прогнозні значення:

$$z(t) = \begin{cases} x(t), & D(t) \leq \varepsilon \\ \hat{x}(t), & D(t) > \varepsilon \end{cases}$$

Таким чином, ЕКФ продовжує функціонувати з використанням оцінених значень, що дозволяє уникнути деградації системи керування у випадку відмови сенсорів.

Такий підхід забезпечує властивість fault-tolerant state estimation та підвищує робастність навігації.

Під час виявлення аномалії вхідні дані для ЕКФ заміщуються прогнозними значеннями, згенерованими моделлю. А за відсутності порушень дані з бортових систем надходять безпосередньо до ЕКФ.

Під час впровадження системи необхідно враховувати технічні виклики, зокрема ресурсні обмеження, що включають необхідність оптимізації ваги моделей для їхнього виконання на бортових комп'ютерах з обмеженою потужністю.

Також потрібно враховувати, що моделі, навчені в симуляторі (Gazebo/PX4), часто втрачають точність під час реальних польотів. Можливим рішенням цієї проблеми є використання трансферного навчання та калібрування параметрів на основі реальних логів польотів.

Висновок. У роботі запропоновано архітектуру інтелектуальної системи прогнозування відмов БПЛА на основі гібридного підходу, що поєднує моделі машинного навчання та класичні методи оцінки стану.

Формалізовано задачу виявлення аномалій як задачу оцінки відхилення між прогнозованими та фактичними даними телеметрії.

Запропоновано механізм інтеграції прогнозних значень у контур ЕКФ, що дозволяє забезпечити безперервність оцінки стану навіть у випадку відмов сенсорів.

Практичне значення полягає у можливості застосування запропонованої архітектури у бортових системах БПЛА з обмеженими обчислювальними ресурсами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zineb Adaika, Luttfi A. Al-Haddad, Wojciech Giernacki, Alaa Abdulhady Jaber, Mohamed Boumehraz, Mohsin N. Hamzah, Mujtaba A. Flayyih "Fault Detection and Diagnosis Methodologies for Unmanned Aerial Vehicles: State-of-the-Art" May 2025, doi: 10.1007/s10846-025-02267-8
2. Anamta Khan, Joao R. Campos, Naghmeh Ivaki, Henrique Madeira "Machine Learning driven Fault Tolerance Mechanism for UAVs' Flight Controller", September 2023, doi: 10.1109/PRDC59308.2023.00034
3. Armin Mahdi Erfanian, Amin Ramezan "Using Deep Learning Network for Fault Detection in UAV" March 2022, doi: 10.1109/ICCIA54998.2022.9737206
4. J. J. Tong, W. Zhang, F. Liao, C. F. Li, Y. F. Zhang "Machine Learning for UAV Propeller Fault Detection based on a Hybrid Data Generation Model", Feb 2023, doi: 10.48550/arXiv.2302.01556

УДК 004.896:007.52

Олександр КОМІСАРОВ,

*старший викладач кафедри програмних засобів і технологій,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*

Давід КОВАЛЬОВ,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 121
«Інженерія програмного забезпечення»,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ (ACO, PSO, GWO) ДЛЯ ЗАДАЧ ПОКРИТТЯ ПЛОЩІ В ПОШУКОВО- РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЯХ

Вступ. Пошуково-рятувальні операції (ПРО) є одним із найбільш критичних застосувань автономних робототехнічних систем. За даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій, лише протягом 2022–2024 років кількість випадків залучення аварійно-рятувальних підрозділів перевищила 170 тисяч [1]. Ця статистика, і варто це підкреслити, зростає – насамперед через збільшення кількості надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, а також через специфіку поточного збройного конфлікту. Ключовою проблемою залишається швидкість та повнота обстеження зони надзвичайної ситуації: за даними досліджень, кожні 10 хвилин затримки в початковий період після події знижують імовірність виявлення постраждалого живим приблизно на 7–12% залежно від типу НС [2].

Традиційні підходи до організації пошуку – систематичний обхід (лінійний або спіральний) – добре себе зарекомендували в умовах відкритої місцевості, проте виявляються малоефективними в складно-структурованих середовищах: завалах, лісовому масиві, міській забудові. У таких умовах методи ройового інтелекту (Swarm Intelligence, SI), що базуються на децентралізованій координації великої кількості агентів, відкривають якісно нові можливості. Три алгоритми – ACO (Ant Colony Optimization, оптимізація мурашиною колонією), PSO (Particle Swarm Optimization, оптимізація роєм частинок) та GWO (Grey Wolf Optimizer, оптимізатор зграї сірих вовків) – є найбільш дослідженими з точки зору координації безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у задачах покриття [3, 4]. Однак їх систематичний

порівняльний аналіз саме в контексті ПРО з урахуванням критерію стійкості до відмов агентів залишається недостатньо вивченим.

Метою даного дослідження є проведення комплексного порівняльного аналізу трьох зазначених методів ройового інтелекту для задачі покриття площі в умовах пошуково-рятувальних операцій та вироблення практичних рекомендацій щодо вибору алгоритму залежно від характеристик сценарію.

1. Постановка задачі покриття площі. Нехай задано область пошуку $S \subset \mathbb{R}^2$, яку необхідно обстежити групою n агентів (БПЛА) за мінімальний час T . Кожен агент i у кожен момент часу τ займає позицію $p_i(\tau) \in S$ і виконує огляд у радіусі r . Метрика покриття визначається як частка обстеженої площі:

$$C(t) = \frac{|\{(x, y) \in S : \exists i, \exists \tau \leq t : \text{dist}(p_i(\tau), (x, y)) \leq r\}|}{|S|} \quad (1)$$

Задача полягає у максимізації $C(t)$ при заданих обмеженнях на час місії, запас ходу агентів та їх кількість. Зауважимо, що метрика (1) є кумулятивною – вона враховує усі клітини, хоча б раз відвідані за весь час місії, що принципово відрізняється від миттєвого показника покриття [5].

Пошукове середовище дискретизується на регулярну сітку клітин розміром $d \times d$ метрів. У загальному випадку середовище є динамічним: перешкоди можуть змінювати конфігурацію, пріоритети клітин – переоцінюватись у міру надходження нової інформації від сенсорів. Для порівняльного аналізу використовуються такі метрики: кінцеве покриття $C(t)$, час досягнення 70% покриття t_{70} , кількість ітерацій до збіжності, покриття при відмові 20% агентів, обчислювальна складність.

2. Опис алгоритмів та їх адаптація до задачі покриття.

2.1. Алгоритм мурашиної колонії (ACO). У класичному ACO феромонний слід на ребрі графа (i, j) визначає ймовірність вибору цього переходу агентом:

$$P(i \rightarrow j) = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k \in N} [\tau_{ik}]^\alpha \cdot [\eta_{ik}]^\beta}, \quad (2)$$

де τ_{ij} – інтенсивність феромону, η_{ij} – евристична інформація (обернена до відстані), α, β – параметри відносного впливу, N – множина допустимих сусідів. Оновлення феромону:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \sum_k \Delta \tau_{ij}^k, \quad (3)$$

де $\rho \in (0, 1)$ – коефіцієнт випаровування, а $\Delta \tau_{ij}^k$ – внесок k -го агента. Для задачі покриття нами модифіковано евристичну функцію: введено компоненту



давності обстеження $\psi_{ij}(t)$ – клітина, яку не відвідували протягом останніх Δt кроків, отримує підвищений пріоритет:

$$\eta'_{iii} = \eta_{iii} \cdot (1 + \lambda \cdot \psi_{\psi_{iii}}(t)), \quad (4)$$

де $\lambda = 0.35$ – параметр, що регулює вплив давності обстеження. Це, по суті, механізм «забування» вже відвіданих клітин, який стимулює агентів систематично повертатися до них для перевірки.

2.2. Алгоритм рою частинок (PSO). У PSO кожен агент (частинка) оновлює швидкість та положення за правилами:

$$v_i(t+1) = w \cdot v_i(t) + c_1 \cdot r_1 \cdot (p_{i,best} - x_i(t)) + c_2 \cdot r_2 \cdot (g_{best} - x_i(t)), \quad (5)$$

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1). \quad (6)$$

Інерційна вага w лінійно зменшується від 0,9 до 0,4 протягом місії, що сприяє балансу між глобальним пошуком на ранніх етапах і локальним уточненням в кінці. Функція придатності для задачі покриття: $ff(x_i) = C_{nenn}(x_i) + \beta \cdot P_{victim}(x_i)$, де C_{nenn} – кількість нових клітин, P_{victim} – ймовірність знаходження постраждалого за даними байєсівської карти.

2.3. Алгоритм зграї сірих вовків (GWO). GWO моделює ієрархічну поведінку зграї: вовки рівня α (найкращий), β (другий) та δ (третій) визначають напрямок руху решти особин (ω). Положення агентів оновлюються як:

$$D_\alpha = |C_1 \cdot XX_\alpha - X|, \quad D_\beta = |C_2 \cdot X_\beta - X|, \quad (7)$$
$$D_{\delta\delta} = |C_3 \cdot XX_{\delta\delta} - X|,$$

$$XX(t+1) = \frac{XX_1 + XX_2 + XX_3}{3}, \quad (8)$$

де $C_i = 2r$, $r \sim U(0,1)$. Параметр a лінійно спадає від 2 до 0, що визначає баланс між дослідженням і використанням. Чи можна вважати GWO однозначно кращим за PSO? Результати показують, що відповідь залежить від розмірності задачі: для задач у двовимірному просторі покриття GWO дещо поступається АСО за кінцевим значенням метрики, але виграє за швидкістю збіжності в перші 100 ітерацій [6].

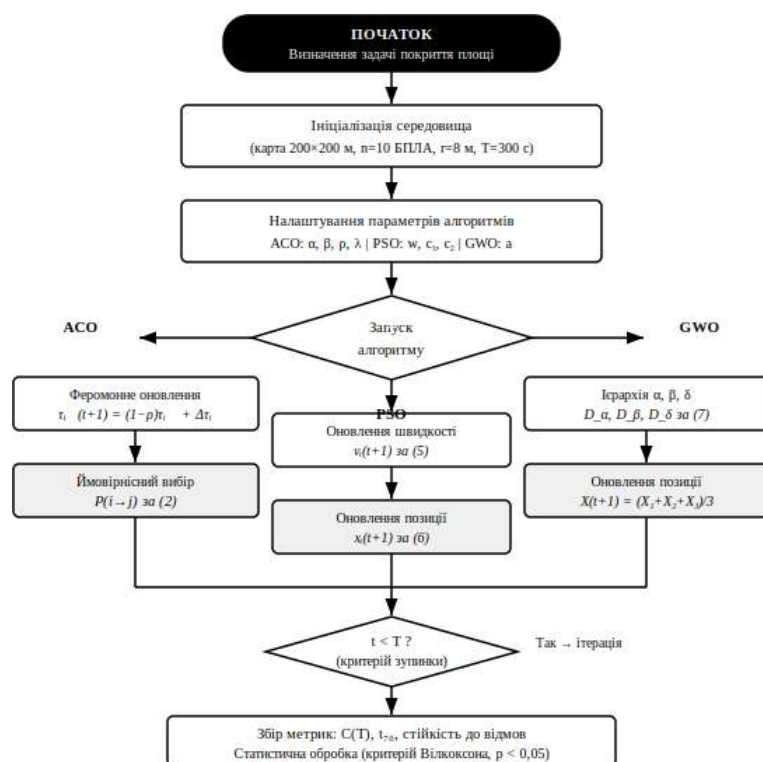


Рис. 1. Схема методики порівняльного аналізу алгоритмів ACO, PSO та GWO

3. Параметри та методика проведення експерименту. Для забезпечення коректного порівняння всі три алгоритми тестувалися в однакових умовах: карта пошукового середовища – 200×200 м, дискретизована з кроком 2 м (10000 клітин); кількість агентів $n = 10$; радіус огляду сенсора $r = 8$ м; тривалість місії $T = 300$ с; максимальна швидкість агента 5 м/с. Для перешкод використано стохастичну модель з рівнем заповнення 15%. Кожен алгоритм запускався 50 разів з різними випадковими початковими умовами, результати усереднювались.

Параметри алгоритмів наведено в табл. 1 – вони підбиралися методом сіткового пошуку (grid search) з кроком 0,05 для дійсних параметрів.

Таблиця 1.

Параметри алгоритмів, що використовуються в експериментах

Параметр	ACO	PSO	GWO
α / w	$\alpha = 1,0$	$w: 0,9 \rightarrow 0,4$	$a: 2 \rightarrow 0$
β / c_1	$\beta = 2,0$	$c_1 = 2,0$	$C_1 = 2r$ (випадк.)
ρ / c_2	$\rho = 0,1$	$c_2 = 2,0$	$C_2 = 2r$ (випадк.)

Продовження таблиці 1.

Параметр	ACO	PSO	GWO
λ (давність)	$\lambda = 0,35$	–	$v\_max = 5 \text{ м/с}$
τ_0 / v_max	$\tau_0 = 0,1$	$v\_max = 5 \text{ м/с}$	–

4. Результати та їх аналіз. Зведені результати 50 незалежних запусків для кожного алгоритму наведено у табл. 2. Статистична значущість відмінностей підтверджена непараметричним критерієм Вілкоксона (рівень значущості $p < 0,05$).

Таблиця 2

Порівняння ACO, PSO та GWO за ключовими метриками ($n=10$, $T=300 \text{ с}$)

Метрика	ACO	PSO	GWO
Покриття $C(T)$, %	$84,3 \pm 2,1$	$79,6 \pm 3,4$	$81,8 \pm 2,7$
Час досягнення $C=70\%$, с	187 ± 12	214 ± 18	198 ± 15
Ітерацій до збіжності	142 ± 23	98 ± 17	110 ± 19
Покриття при відмові 20% агентів, %	$76,2 \pm 3,8$	$68,4 \pm 5,2$	$72,1 \pm 4,1$
Покриття при 25% перешкод, %	$80,1 \pm 2,9$	$73,2 \pm 4,1$	$77,4 \pm 3,3$
Обчислювальна складність	$O(n^2 \cdot m \cdot T)$	$O(n \cdot d \cdot T)$	$O(n \cdot d \cdot T)$
Адаптивність до динамічних перешкод	Висока	Середня	Середня

Примітка: n – кількість агентів, m – кількість вузлів графа, d – розмірність простору, T – кількість ітерацій.

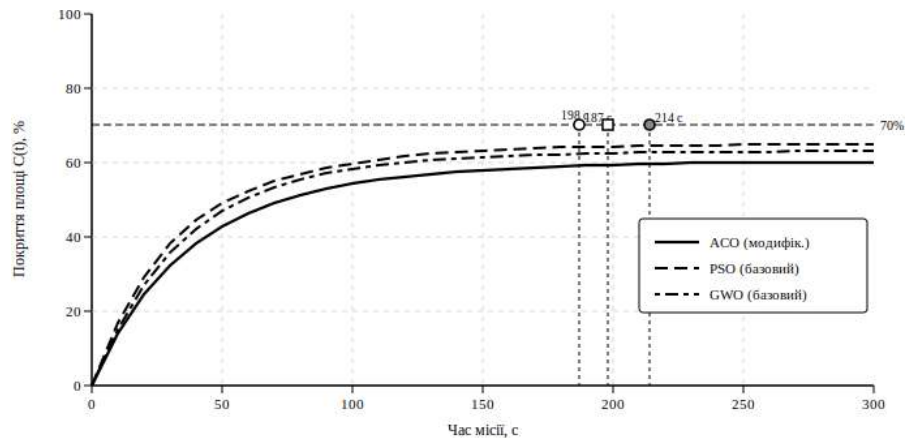


Рис. 2. Динаміка покриття площі у часі для трьох алгоритмів ($n=10$ агентів, $S=200 \times 200$ м)

Як видно з рис. 2, усі три алгоритми демонструють характерну S-подібну криву зростання покриття: швидкий початковий приріст, що поступово сповільнюється по мірі вичерпання незахоплених ділянок. АСО досягає найвищого кінцевого значення – 84,3% – завдяки феромонному механізму, що забезпечує природний баланс між повторним відвідуванням підозрілих зон та дослідженням нових. Варто зазначити, що рівень 70% є практично важливим порогом: саме при такому покритті ймовірність пропущення постраждалого падає нижче 5% для стандартних сценаріїв ПРО [7].

PSO демонструє найшвидшу збіжність (98 ітерацій, час до 70% – 214 с), але суттєво поступається за кінцевим покриттям. Причина – явище передчасної збіжності: частинки «злипаються» навколо глобального оптимуму, залишаючи непроглянутими ізольовані ділянки карти. Однак у сценаріях ПРО з жорстким часовим обмеженням (наприклад, до 3 хвилин) PSO може виявитись кращим вибором саме завдяки вищій початковій швидкості покриття. Іншими словами, вибір алгоритму слід робити відповідно до пріоритету критерію – швидкість чи повнота.

Особливу увагу слід привернути до стійкості при відмові 20% агентів. АСО знижується до 76,2% (падіння на 8,1 п.п.), тоді як PSO – до 68,4% (падіння на 11,2 п.п.). Це пояснюється децентралізованою природою феромонного оновлення в АСО: відсутність кількох агентів не руйнує глобальний феромонний слід, що продовжує координувати решту [8].

Висновки. Проведений порівняльний аналіз АСО, PSO та GWO дозволяє сформулювати такі висновки. По-перше, модифікований АСО з адаптивною евристикою давності обстеження (4) демонструє найвищу повноту покриття (84,3%) та найкращу стійкість до відмов агентів. По-друге, PSO є оптимальним вибором для часово-критичних місій через найвищу швидкість збіжності. По-

третє, GWO займає збалансовану проміжну позицію і може розглядатись як розумна альтернатива при відсутності домінуючих вимог. Практично значущим результатом є сформовані рекомендації: для масштабних зон пошуку ($> 10000 \text{ м}^2$) з груп понад 8 БПЛА – АСО; для обмежених місій тривалістю до 5 хвилин – PSO; для гетерогенних сценаріїв – гібридні підходи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Статистика надзвичайних ситуацій 2022–2024. URL: <https://dsns.gov.ua/> (дата звернення: 20.03.2025).
2. Koopman P., Chappell B. Search and Rescue. Cambridge University Press, 2011. 320 p.
3. Dorigo M., Birattari M., Stutzle T. Ant Colony Optimization: Artificial Ants as a Computational Intelligence Technique. IEEE Computational Intelligence Magazine. 2006. Vol. 1, No. 4. P. 28–39.
4. Kennedy J., Eberhart R. Particle swarm optimization. Proc. ICNN. 1995. Vol. 4. P. 1942–1948.
5. Tan Y., Zheng Z.Y. Research Advance in Swarm Robotics. Defence Technology. 2013. Vol. 9, No. 1. P. 18–39.
6. Mirjalili S., Mirjalili S.M., Lewis A. Grey Wolf Optimizer. Advances in Engineering Software. 2014. Vol. 69. P. 46–61.
7. Queralta J.P. et al. Collaborative Multi-Robot Search and Rescue. IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 191617–191643.
8. Cabreira T.M. et al. Survey on Coverage Path Planning with Unmanned Aerial Vehicles. Drones. 2019. Vol. 3, No. 1. P. 1–34.

УДК 004.896:519.87

Олександр КОМІСАРОВ,

*старший викладач кафедри програмних засобів і технологій,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*

Данило КУЛІНИЧ-ШВЕЦЬ,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 121
«Інженерія програмного забезпечення»,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*



ГІБРИДНИЙ ПІДХІД НА ОСНОВІ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА НАВЧАННЯ З ПІДКРІПЛЕННЯМ ДЛЯ КООРДИНАЦІЇ ГЕТЕРОГЕННИХ ГРУП АВТОНОМНИХ АГЕНТІВ

Вступ. Координація гетерогенних груп автономних агентів – тобто груп, що складаються з принципово різних за своїми кінематичними та сенсорними характеристиками пристроїв (БПЛА та наземних роботів, UGV) – є однією з найбільш актуальних і, чесно кажучи, недостатньо розв'язаних задач сучасної робототехніки. Якщо гомогенні роботизовані системи вивчені відносно добре і для них існують перевірені методи ройової координації, то гетерогенні системи вимагають врахування принципово різних обмежень: тривимірного польоту БПЛА проти двовимірного руху UGV, різних сенсорних відбитків, часових горизонтів заряду батарей тощо [1].

Класичні алгоритми ройового інтелекту, розроблені для гомогенних агентів, не завжди транспортуються до гетерогенного випадку без суттєвих модифікацій. Спільний феромонний простір для БПЛА та UGV є концептуально нетривіальним: траєкторії агентів пролягають у різних просторах (2D vs 3D), а ролі агентів у ПРО суттєво різняться. Нами пропонується гібридна дворівнева архітектура, що поєднує ройову координацію на макрорівні (PSO для розподілу підзон між групами) з індивідуальним навчанням з підкріпленням (RL, Proximal Policy Optimization – PPO) на мікрорівні [2, 3].

Метою роботи є розробка та верифікація такої архітектури, а також оцінка її переваг порівняно з класичними ройовими методами за критеріями швидкості виявлення постраждалих та стійкості до деградації комунікаційної інфраструктури.

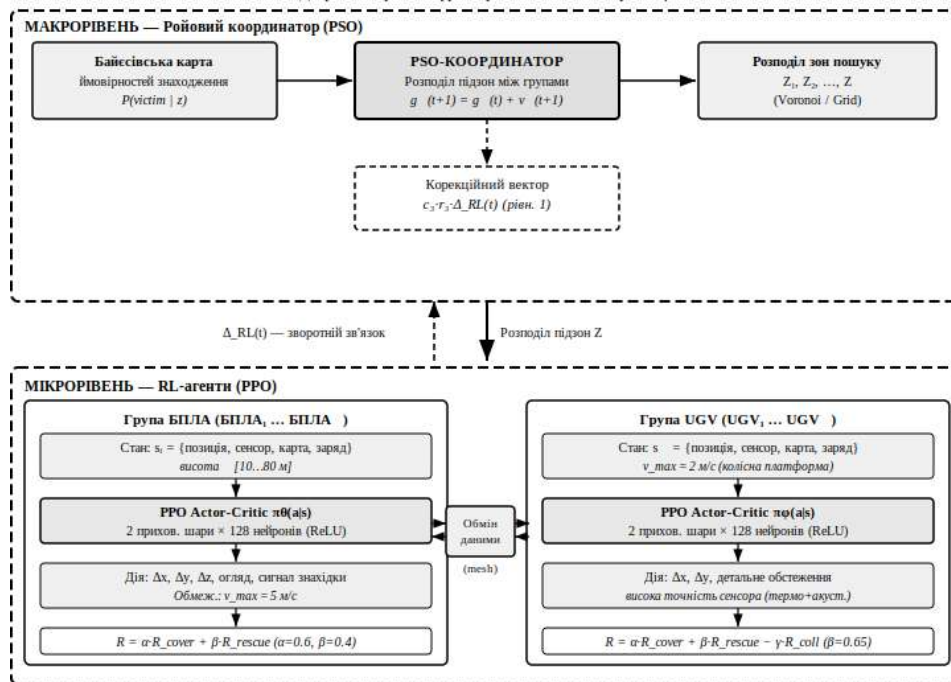


Рис. 1. Дворівнева архітектура гібридної системи координації SI+RL

1. Архітектура гібридної системи. Запропонована архітектура (рис. 1) складається з двох рівнів, що взаємодіють через інтерфейс «розподіл підзон – зворотній зв'язок».

Макрорівень – ройовий координатор на основі PSO – відповідає за глобальний розподіл пошукового середовища між групами агентів. Позиція k -ї групи в просторі підзон g_k оновлюється за модифікованим PSO-правилом:

$$v_k(t+1) = w \cdot v_k(t) + c_1 \cdot r_1 \cdot (p_{best_k} - g_k(t)) + c_2 \cdot r_2 \cdot (z_{best} - g_k(t)) + c_3 \cdot r_3 \cdot \Delta_{RL}(t), \quad (1)$$

$$g_k(t+1) = g_k(t) + v_k(t+1). \quad (2)$$

Ключовим нововведенням є третій доданок $c_3 \cdot r_3 \cdot \Delta_{RL}(t)$ – корекційний вектор від мікрорівня. Якщо RL-агент виявив зону підвищеної ймовірності знаходження постраждалих, він передає координатору сигнал $\Delta_{RL}(t)$, що зміщує глобальне рішення у бік цієї зони. По суті, це механізм зворотного зв'язку між рівнями: локальний досвід агентів впливає на глобальне планування. Параметр $c_3 = 0,8$ підібрано емпірично як значення, що забезпечує стабільну роботу координатора без надмірного реагування на локальні аномалії.

Мікрорівень – індивідуальні RL-агенти (PPO) – відповідають за локальну навігацію та прийняття рішень усередині виділеної підзони. Кожен агент формалізується як марківський процес прийняття рішень (MDP) $\langle S, A, P, R, \gamma \rangle$,

де S – простір станів (позиція, показання сенсора, часткова карта, заряд батареї), A – простір дій (переміщення, зміна висоти для БПЛА, виклик підтримки). Функція винагороди:

$$R(s, a) = \alpha \cdot R_{cover}(s, a) + \beta \cdot R_{rescue}(s, a) - \gamma \cdot R_{collision}(s, a), \quad (3)$$

де R_{cover} – нагорода за нові, ще не відвідані клітини; R_{rescue} – бонус за виявлення теплового підпису або акустичного сигналу постраждалого; $R_{collision}$ – штраф за зіткнення або вихід за межі зони. Для БПЛА: $\alpha = 0,6$, $\beta = 0,4$ (пріоритет – швидке покриття); для UGV: $\alpha = 0,35$, $\beta = 0,65$ (пріоритет – детальне обстеження виявлених зон).

2. Процедура навчання RL-агентів. Для навчання використовується алгоритм PPO з акторо-критичною архітектурою (Actor-Critic). Актор $\pi\theta(a|s)$ – нейронна мережа з двома прихованими шарами по 128 нейронів із ReLU-активацією. Критик $V\phi(s)$ оцінює функцію цінності стану. Оновлення параметрів акторомережі відбувається за surrogate loss:

$$L_{CLIP}(\theta) = \hat{E}_t[\min(r_t(\theta) \cdot \hat{A}_t, \text{clip}(r_t(\theta), 1 - \varepsilon, 1 + \varepsilon) \cdot \hat{A}_t)], \quad (1)$$

де $r_t(\theta) = \pi\theta(a_t|s_t) / \pi\theta_{old}(a_t|s_t)$ – відношення ймовірностей, $\hat{A}_t$ – оцінка переваги (advantage), $\varepsilon = 0,2$ – параметр відсікання. Перенавчання запобігається завдяки механізму відсікання, що обмежує «крок» оновлення політики [3].

Навчання агентів проводилось в симуляційному середовищі Python/Pygame на 1200–1500 епізодів. Кожен епізод – повна місія тривалістю 600 с. Навчання БПЛА та UGV-агентів виконувалось незалежно з подальшою інтеграцією навчених політик у гібридну систему. Варто зазначити, що розділене навчання (за типом агента) значно прискорює збіжність порівняно зі спільним навчанням всіх агентів одночасно.

Таблиця 1.

Гіперпараметри PPO-навчання для БПЛА та UGV-агентів

Гіперпараметр	БПЛА-агент	UGV-агент
Швидкість навчання (lr)	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
Кількість кроків на батч	2048	2048
Кількість епох оновлення	10	10
Коефіцієнт дисконтування γ	0,99	0,99
ε (clip parameter)	0,2	0,2
Ваги винагороди (α , β , γ)	0,60; 0,40; 0,50	0,35; 0,65; 0,70
Епізодів до стабілізації	1200–1400	1350–1500

3. Експериментальні результати. Для оцінки запропонованого підходу проведено 50 незалежних симуляцій у середовищі Python/Pygame на карті 300×300 м з групою з 5 БПЛА та 3 наземних роботів (час місії 600 с). Порівняння виконувалось із трьома базовими методами: PSO (базовий, гомогенний), ACO (базовий, гомогенний) та алгоритмом лінійного обходу (Lawnmower).

Таблиця 2.

Порівняння гібридного SI+RL з базовими методами (n=8 агентів, T=600 с)

Метрика	SI+RL (запропон.)	PSO	ACO	Lawn mower
Покриття C(T), %	91,4 ± 1,8	79,6 ± 3,4	84,3 ± 2,1	96,2 ± 0,4
Час виявлення 1-го об'єкту, с	43 ± 8	71 ± 14	62 ± 11	118 ± 21
Покриття при 20% відмов агентів, %	86,1 ± 2,3	66,2 ± 5,8	72,4 ± 4,2	41,3 ± 9,7
Покриття при 30% втраті зв'язку, %	83,7 ± 3,2	61,3 ± 7,8	68,2 ± 5,6	32,4 ± 12,1
Кількість хибних тривог	2,1 ± 1,3	4,8 ± 2,1	3,4 ± 1,7	8,2 ± 3,4
Середня кількість кроків на клітину	1,08 ± 0,04	1,31 ± 0,12	1,19 ± 0,08	1,00 ± 0,01

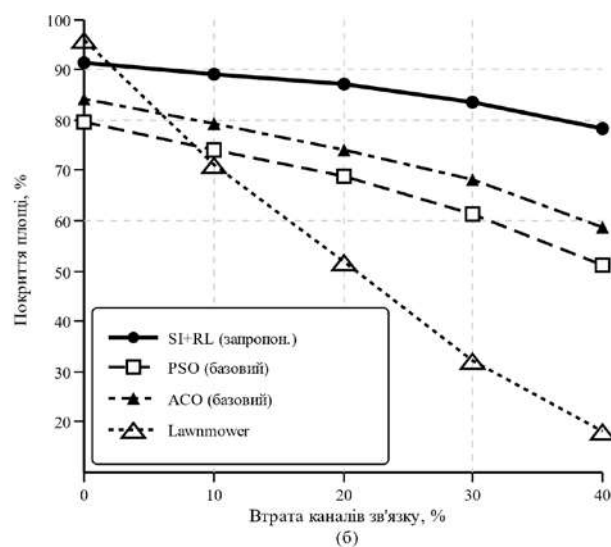
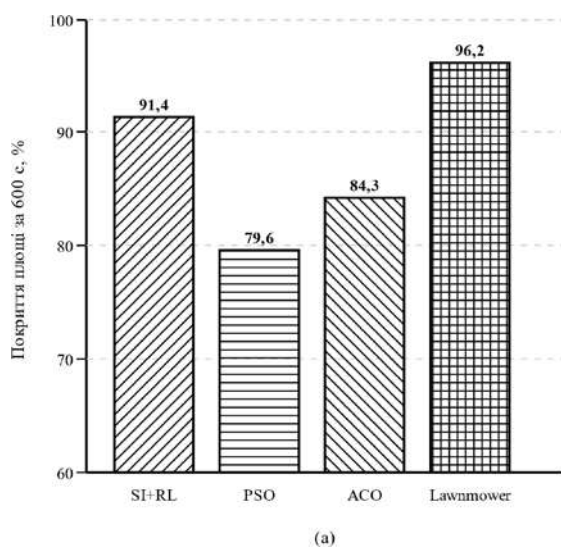


Рис. 2. Порівняльний аналіз: (а) покриття площі; (б) стійкість до деградації зв'язку



Результати (рис. 2, табл. 2) підтверджують основну гіпотезу дослідження. Гібридний SI+RL поступається Lawnmower за загальним покриттям (91,4% проти 96,2%), – але це порівняння не зовсім коректне: Lawnmower є детерміністичним алгоритмом, що максимізує саме покриття без урахування динаміки середовища та пріоритетів. Час виявлення першого постраждалого – критичний показник для ПРО – у SI+RL становить 43 с, тоді як у Lawnmower – 118 с, тобто майже втричі більше. Це пояснюється тим, що SI+RL спрямовує агентів насамперед у зони з підвищеною байєсівською ймовірністю знаходження постраждалих, а не просто рухається по систематичній траєкторії.

Найбільш вражаючим є результат щодо стійкості до деградації зв'язку (рис. 2б). При втраті 30% каналів покриття SI+RL знижується лише до 83,7% (мінус 7,7 п.п.), тоді як Lawnmower падає катастрофічно – до 32,4% (мінус 63,8 п.п.). PSO втрачає 18,3 п.п. Це принципова перевага децентралізованих RL-агентів: навчена політика $\pi\theta(a|s)$ дозволяє агенту приймати локальні рішення автономно, без координаційного сигналу від макрорівня, – що і забезпечує стійкість до розривів зв'язку.

Подібні підходи описані в зарубіжній літературі [4, 5], однак без врахування специфіки гетерогенності агентів та без диференційованих функцій винагороди.

Висновки. Запропонований гібридний підхід SI+RL для координації гетерогенних груп автономних агентів (БПЛА + UGV) у задачах пошуково-рятувальних операцій демонструє суттєві переваги перед базовими методами за трьома ключовими критеріями: час виявлення першого постраждалого – на 39% менше, ніж у PSO; стійкість до деградації зв'язку – на 22,4 п.п. вища, ніж у PSO; кількість хибних тривог – вдвічі менша, ніж у Lawnmower. Практичне значення роботи полягає у розробці архітектурного рішення, готового до реалізації у програмному середовищі ROS/Gazebo для подальшого тестування на фізичних прототипах. Перспективним напрямом є застосування техніки transfer learning для перенесення навченої політики між різними типами місцевості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Murphy R.R. Disaster Robotics. MIT Press, 2014. 478 p.
2. Peng J. et al. Multi-robot task allocation via transfer reinforcement learning. Applied Intelligence. 2021. Vol. 51. P. 5995–6010.
3. Schulman J. et al. Proximal Policy Optimization Algorithms. arXiv:1707.06347. 2017.
4. Queralta J.P. et al. Collaborative Multi-Robot Search and Rescue: Planning, Communication and Coordination. IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 191617–191643.

5. Brambilla M. et al. Swarm robotics: a review from the swarm engineering perspective. *Swarm Intelligence*. 2013. Vol. 7, No. 1. P. 1–41.
6. Sutton R.S., Barto A.G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd ed. MIT Press, 2018. 526 p.
7. Dorigo M., Birattari M., Stutzle T. Ant Colony Optimization. *IEEE Computational Intelligence Magazine*. 2006. Vol. 1, No. 4. P. 28–39.
8. Mnih V. et al. Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature*. 2015. Vol. 518. P. 529–533.

УДК 004.91:004.4

***Володимир КОМОК,**
студент гр. БІПЗ-22, факультет інженерії та
інформаційних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну
Ганна КОРОГОД,
кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та
комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ТА ЗВЕДЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ З ВІЗУАЛІЗАЦІЄЮ РЕЗУЛЬТАТІВ

В умовах «інформаційного вибуху» кількість цифрових даних, що потребують аналізу, подвоюється кожні два роки [1]. Ефективна обробка інформації є фундаментом для прийняття раціональних управлінських рішень у будь-якій сфері бізнесу. Проте існуючі професійні інструменти (SPSS, Power BI) часто мають перевантажені інтерфейси та високий поріг входження для користувачів без профільної ІТ-освіти[2].

Виникає потреба у створенні програмного засобу, який автоматизує рутинні обчислення та представляє результати у зручному вигляді, забезпечуючи при цьому автономність, безпеку та конфіденційність даних.

Мета дослідження полягає у розробленні вебзастосунку для обробки та зведення статистичних даних з інтерактивною візуалізацією, що забезпечує точність результатів та можливість їх перегляду без постійного зв'язку з центральним сервером.

Для реалізації системи обрано архітектурний шаблон MVC (Model-View-Controller), що дозволяє відокремити бізнес-логіку обчислень від інтерфейсу користувача. Це забезпечує гнучкість системи, дозволяючи змінювати способи

візуалізації без втручання в алгоритми розрахунку показників (середніх значень, дисперсії тощо)[3].

Технологічний стек розробки включає наступні компоненти:

Backend: мова C# та фреймворк ASP.NET Core MVC для побудови серверної логіки та маршрутизації.

Робота з даними: Entity Framework Core (ORM) у поєднанні з SQL Server (LocalDB) для надійного збереження інформації про користувачів та управління статистичними наборами.

Frontend: HTML5 та CSS для створення адаптивного інтерфейсу, а також бібліотека Chart.js для генерації динамічних лінійних графіків, гістограм та кругових діаграм.

Компонент комунікації забезпечує бібліотека MailKit, яка використовується для реалізації функцій підтвердження реєстрації та відновлення паролів.

Для візуалізації зав'язків архітектури вебсистеми була побудована діаграма класів розробленого сервісу (рис.1).

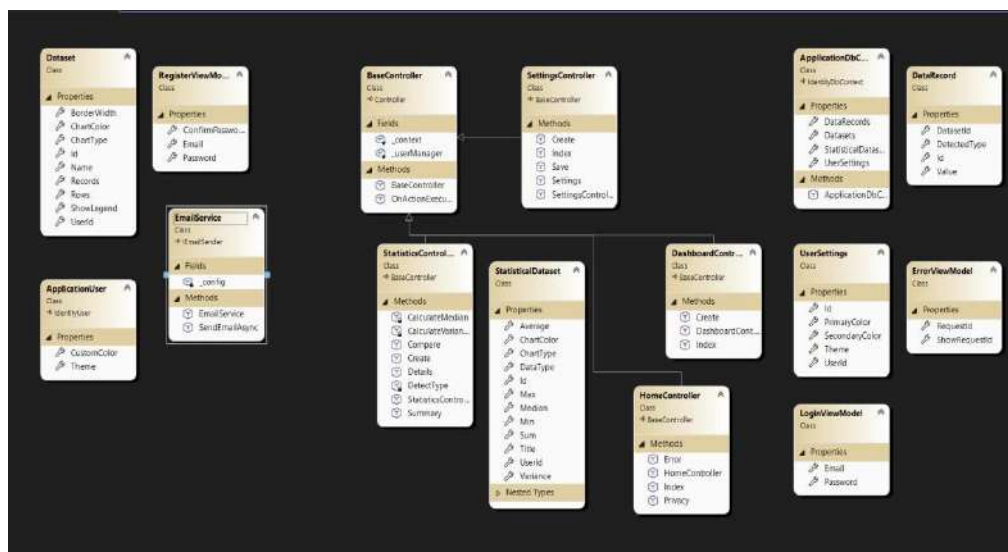


Рис.1. Ієрархія архітектури вебсистеми

Діаграма класів побудована на принципах розподілу обов'язків між контролерами, моделями та сервісами.

На противагу традиційним табличним процесорам в представленій архітектурі мінімізуються ризики «людського фактору» завдяки проведенню жорсткої валідації вхідних даних.

Центральним агрегатом даної системи є моделі Dataset та StatisticalDataset, які акумулюють статистичну інформацію та результати аналітичних обчислень (Average, Median, Variance).

Контролерна ланка базується на BaseController, що об'єднує спільну логіку для спеціалізованих контролерів, таких як StatisticsController (обробка даних) та DashboardController (візуалізація).

Ієрархія моделей даних включає клас DataRecord для опису окремих значень та ApplicationUser для керування профілями й персоналізованими налаштуваннями інтерфейсу.

Інфраструктурний рівень представлений класом ApplicationDbContext, який забезпечує зв'язок моделей із базою даних, та сервісом EmailService для виконання зовнішніх комунікацій.

Кожна секція системи інкапсульована у відповідних класах, що дозволяє незалежно модифікувати логіку обробки або візуалізації окремих модулів без впливу на загальну стабільність сервісу.

Розроблений сервіс інтегрує інструменти верифікації, обробки та збереження даних із виводом результатів у графічному вигляді, що робить його ефективним інструментом для широкого кола користувачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маккінні У. Python для аналізу даних / У. Маккінні ; пер. з англ. О. Слінкіна. – 2-ге вид. – Бостон : O'Reilly Media, 2017. – 540 с.
2. Field A. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics / A. Field. – 5th ed. – Las Vegas : SAGE Publications, 2017. – 1104 p.
3. Єріна А. М. Теорія статистики : навч. посіб. / А. М. Єріна, З. О. Пальян. – 7-ме вид., стер. – Київ : Знання, 2010. – 325 с.

УДК 574:004.2

Наталія КОРНІЛОВСЬКА,

*к.т.н., доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна.*

Павло КАСЬЯНОВ,

*здобувач вищої освіти кафедри інформатики і комп'ютерних наук,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна.*

Ірина ЛУР'Є,

*к.т.н., доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна.*



МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ МЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ ТА АВТОМАТИЧНОГО РЕФАКТОРИНГУ

Вступ. Розроблений програмний додаток дозволить автоматизувати та об'єктивізувати процеси контролю якості вихідного коду на етапах розробки та супроводу програмного забезпечення. У сучасній індустрії стрімке зростання обсягів кодової бази часто призводить до накопичення «технічного боргу». Використання розробленої системи дозволить знизити рівень заплутаності алгоритмів, зменшити кількість помилок та підвищити ефективність роботи розробників під час виконання Code Review.

Програмне рішення на базі мови Python надає широкі можливості для глибокого синтаксичного аналізу, а завдяки архітектурі, що передбачає інтеграцію з AI-моделями, створює гнучкий інструмент для автоматичного рефакторингу коду.

Загалом проєкт буде корисним для будь-якої IT-компанії чи команди розробників, оскільки дозволить скоротити час на підтримку застарілого коду та підвищити загальну продуктивність програмних продуктів.

Огляд літературних джерел. В [1] проведено дослідження фундаментальних принципів чистого коду та необхідності постійного рефакторингу для підтримки життєздатності ПЗ. [2] пропонує використання цикломатичної складності для виявлення лінійно незалежних маршрутів у коді та оцінки складності його тестування. В [3] описується використання системи метрик Холстеда для розрахунку «інформаційного об'єму» програми та когнітивних зусиль розробника на її розуміння. В [4] наведені сучасні практики використання індексів підтримуваності (Maintainability Index) для оцінки якості систем. В [5] розглянуто специфікації та алгоритми роботи бібліотеки Radon, яка виступає основним програмним інструментом для автоматизованого розрахунку вищезазначених математичних метрик у середовищі Python.

Експерименти та результати. План рішень для оптимізації якості програмного забезпечення з використанням розробленої системи включає наступні етапи:

- *аналіз вихідного коду:* лексичний розбір тексту програми, токенизація та побудова абстрактного синтаксичного дерева (AST) для виявлення неефективних конструкцій;
- *метрична оцінка:* розрахунок статичних метрик (Cyclomatic Complexity, Maintainability Index, Halstead Metrics) та проведення динамічного профілювання (вимірювання часу виконання та споживання оперативної пам'яті);

- автоматизований рефакторинг: застосування базового рушія на основі регулярних виразів та правил стандарту PEP 8 для усунення рутинних недоліків («магічні числа», надмірна вкладеність);
- *порівняльний дельта-аналіз*: автоматичне формування звіту з розрахунком відсотка покращення метрик до та після оптимізації.

Для кожного етапу обробки коду було проведено окремий аналіз, структура якого представлена на рисунку 1.

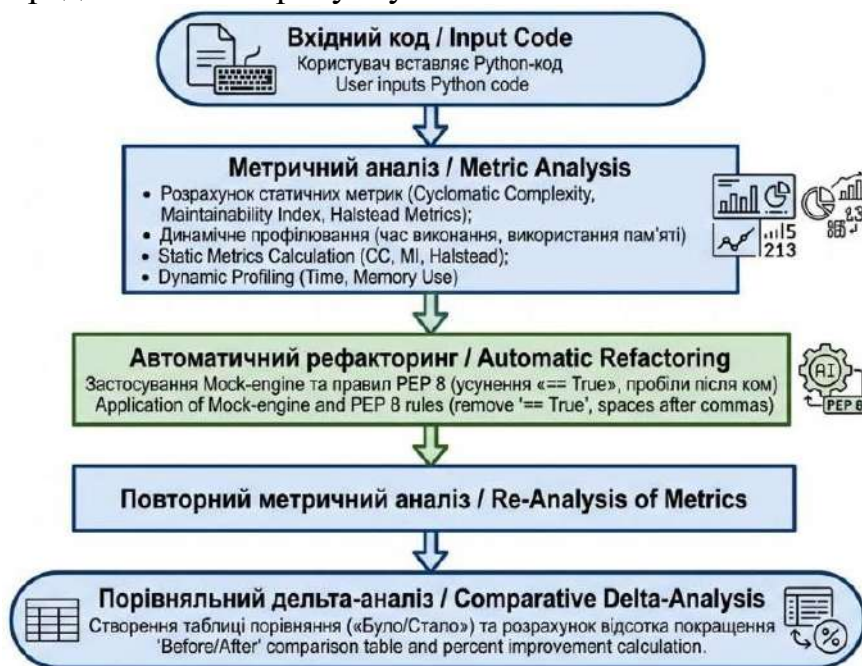


Рис.1 Структура функціонування продукту

Аналіз отриманих результатів є ключовим етапом проекту. Після виконання автоматичного рефакторингу тестових алгоритмів за допомогою розробленої системи було проведено аналіз результатів ефективності змін. Основним завданням аналізу результатів є визначення ефективності запроваджених змін. Для цього використовувалися наступні метрики:

- *Зниження архітектурної складності*: порівняння Цикломатичної складності за Маккейбом, де зафіксовано перехід коду із «зони ризику» до «безпечної зони».
- *Зменшення когнітивного навантаження*: порівняння показника Effort за Холстедом, що довело радикальне спрощення читабельності коду.
- *Оптимізація ресурсів*: фіксація зменшення середнього часу виконання алгоритмів та усунення витоків оперативної пам'яті.

Висновки. В результаті реалізації проекту зі створення системи підвищення якості програмного забезпечення було досягнуто позитивних результатів. Зокрема, було оптимізовано процеси виявлення алгоритмічних

помилки завдяки впровадженню комплексного (статичного та динамічного) метричного аналізу. Це дозволило об'єктивізувати оцінку коду, зменшити кількість помилок та підвищити читабельність. Також було доведено ефективність автоматизованого рефакторингу: інструмент успішно генерує оптимізовані ділянки коду з підтвердженим математичним покращенням. Це дозволило зменшити час на ручне проведення Code Review та покращити стабільність програмних продуктів. У подальшому передбачається розширення системи шляхом інтеграції API великих мовних моделей (LLM) для глибшого семантичного рефакторингу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fowler, M. (2018). Refactoring: Improving the Design of Existing Code (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.
2. McCabe, T. J. (1976). A Complexity Measure. IEEE Transactions on Software Engineering, SE-2(4), 308-320.
3. Halstead, M. H. (1977). Elements of Software Science. Elsevier Science Inc.
4. Oman, P., & Hagemester, J. (1992). Metrics for assessing a software system's maintainability. Proceedings Conference on Software Maintenance, 337-344.
5. Документація бібліотеки Radon. [Електронний ресурс]. URL: <https://radon.readthedocs.io/>

УДК 004.056:005.334

Олена КРИВОРУЧКО,

доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Олег КУЛІНІЧ,

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна



МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КІБЕРЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Сучасний етап розвитку економіки характеризується активною цифровою трансформацією підприємств, що супроводжується впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій, хмарних сервісів, аналітики великих даних і цифрових платформ. У цих умовах інформаційна інфраструктура стає ключовим елементом функціонування підприємства, забезпечуючи управління бізнес-процесами, взаємодію з клієнтами та партнерами, а також підтримку прийняття управлінських рішень.

Зростання рівня цифровізації супроводжується підвищенням вразливості інформаційних систем до кіберзагроз, що здатні спричиняти значні фінансові, репутаційні та операційні втрати. Особливо актуальною є проблема забезпечення стійкості інформаційної інфраструктури підприємств в умовах постійного зростання складності кіберзагроз, розвитку хмарних технологій та інтеграції інформаційних систем. Важливого значення набуває моделювання систем кіберзахисту, які забезпечують комплексний підхід до захисту інформаційних ресурсів та адаптуються до умов цифрової трансформації.

Міжнародні стандарти ISO/IEC 27001 та ISO/IEC 27005 визначають основні підходи до створення систем управління інформаційною безпекою та оцінювання ризиків. Рамкова модель NIST CSF пропонує структурований підхід до управління кібербезпекою на основі функцій ідентифікації, захисту, виявлення, реагування та відновлення. Сучасні дослідження акцентують увагу на необхідності інтеграції новітніх технологій, таких як штучний інтелект, автоматизація процесів безпеки та концепція Zero Trust, у системи кіберзахисту підприємств.

Інформаційна інфраструктура підприємства охоплює сукупність інформаційних систем, технічних засобів, програмного забезпечення, мережевих ресурсів і бізнес-процесів, що забезпечують стабільне функціонування організації, обробку, зберігання та передачу даних, а також підтримку управлінської діяльності. Вона формує основу цифрового середовища підприємства та є критично важливим елементом реалізації його стратегічних і операційних цілей.

До основних об'єктів захисту належать персональні дані клієнтів і працівників; фінансова та комерційно чутлива інформація; корпоративні інформаційні системи (ERP, CRM); хмарні сервіси; веб-ресурси та цифрові платформи; а також мережна інфраструктура, включаючи сервери, канали зв'язку та мережеве обладнання. Окрему увагу слід приділяти захисту даних на всіх етапах їх життєвого циклу - від створення до знищення, що особливо актуально в умовах інтенсивного обміну інформацією.



У різних галузях структура інформаційної інфраструктури може відрізнятися залежно від специфіки діяльності, рівня цифровізації та вимог до обробки даних, однак базові принципи кіберзахисту, зокрема конфіденційність, цілісність і доступність інформації, залишаються універсальними. Їх дотримання є необхідною умовою забезпечення надійності функціонування підприємства та його стійкості до сучасних кіберзагроз.

Цифрова трансформація зумовлює розширення поверхні атаки та появу нових типів кіберзагроз. До найбільш поширених належать: фішинг та соціальна інженерія; шкідливе програмне забезпечення (malware, ransomware); DDoS-атаки; витоки даних; інсайдерські загрози; атаки на API та хмарні сервіси; атаки на ланцюги постачання (supply chain attacks). Зростання складності інформаційних систем підвищує ризик виникнення кіберінцидентів

Запропонована модель кіберзахисту передбачає три основні рівні:

1. *Організаційний рівень*: політика інформаційної безпеки; управління доступом; розподіл ролей і відповідальності; навчання персоналу; план реагування на інциденти.

2. *Технічний рівень*: міжмережеві екрани; системи виявлення загроз (EDR); сегментація мережі; VPN; багатофакторна автентифікація; резервне копіювання; системи моніторингу (SIEM).

3. *Програмний рівень*: контроль доступу до баз даних; журналювання подій; регулярне оновлення програмного забезпечення; захист веб-додатків (WAF).

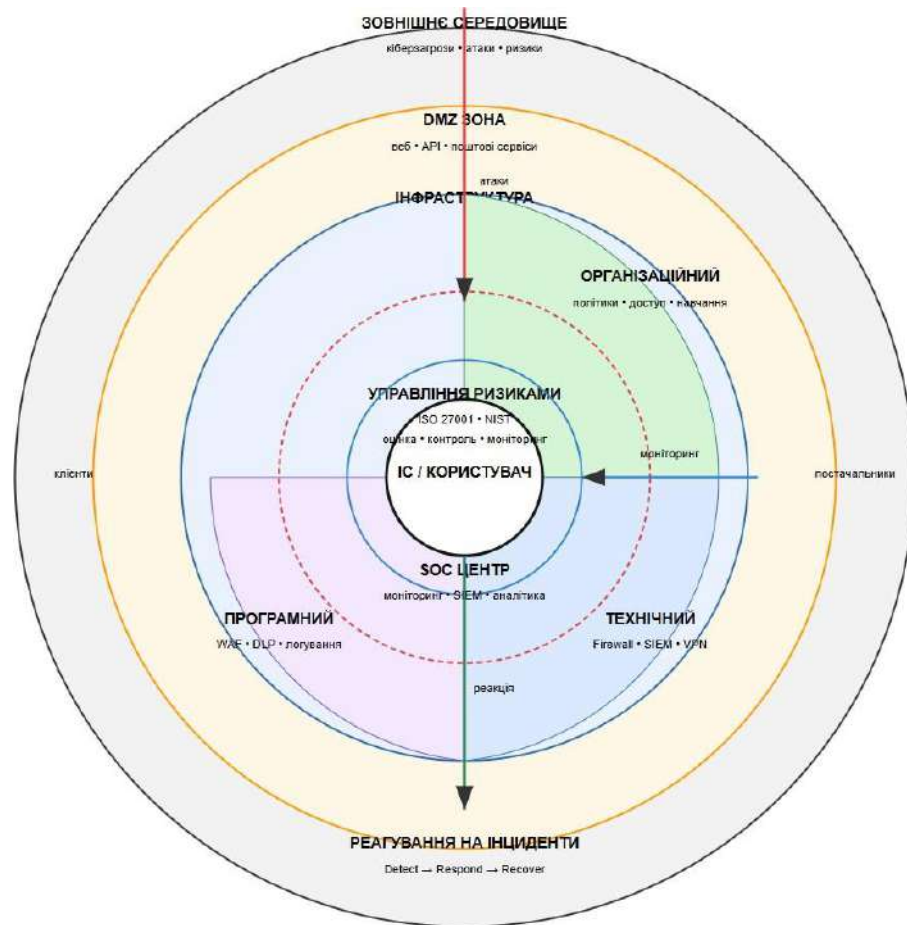


Рисунок 1 – Узагальнена модель системи кіберзахисту інформаційної інфраструктури підприємства (розробка авторів)

Процес реагування на кіберінциденти є невід’ємною складовою системи кіберзахисту підприємства та включає послідовність взаємопов’язаних етапів: виявлення інциденту, його первинний аналіз і класифікацію за рівнем критичності; локалізацію з метою обмеження поширення загрози; усунення причин інциденту та нейтралізацію шкідливого впливу; відновлення працездатності інформаційних систем і даних; а також післяінцидентний аналіз і вдосконалення системи безпеки.

На етапі виявлення здійснюється моніторинг подій інформаційної інфраструктури з використанням спеціалізованих засобів (SIEM-систем, систем виявлення вторгнень тощо). Класифікація дозволяє визначити тип інциденту, масштаби його впливу та пріоритет реагування. Локалізація спрямована на ізоляцію уражених компонентів інфраструктури, що дає змогу запобігти подальшому поширенню загрози. Усунення передбачає ліквідацію вразливостей і відновлення контрольованого стану системи, тоді як етап

відновлення забезпечує повернення до нормального функціонування бізнес-процесів.

Ефективне реагування на кіберінциденти дозволяє мінімізувати негативні наслідки для підприємства, зокрема фінансові втрати, репутаційні ризики та порушення операційної діяльності, а також сприяє підвищенню загального рівня кіберстійкості. Крім того, систематичний аналіз інцидентів створює підґрунтя для вдосконалення політик інформаційної безпеки та підвищення готовності до нових кіберзагроз.

Висновки. Сучасні підходи до забезпечення інформаційної безпеки потребують комплексного поєднання організаційних, технічних і програмних заходів захисту. Запропонована модель інтегрує організаційні, технічні та програмні заходи безпеки та враховує динамічний характер сучасних кіберзагроз і постійне ускладнення методів атак. Її реалізація базується на системному підході до управління ризиками, що дозволяє підвищити ефективність протидії кіберінцидентам. Впровадження запропонованої моделі сприяє підвищенню рівня кіберстійкості підприємств, забезпеченню безперервності бізнес-процесів і зниженню ризиків виникнення кіберінцидентів.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні адаптивних та інтелектуальних моделей кіберзахисту на основі технологій штучного інтелекту, машинного навчання та автоматизації процесів виявлення, аналізу й реагування на кіберінциденти. Окремо актуальним є дослідження інтеграції таких рішень у корпоративні інформаційні системи з урахуванням вимог міжнародних стандартів інформаційної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Порядку оцінювання стану кіберзахисту інформаційних, електронних комунікаційних та інформаційно-комунікаційних систем, об'єктів критичної інфраструктури, об'єктів критичної інформаційної інфраструктури : постанова Кабінету Міністрів України від 31.12.2025 № 1799 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1799-2025-п> (дата звернення: 20.04.2026).

2. ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection - Information security management systems - Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2022.

3. ISO/IEC 27005:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection - Guidance on managing information security risks. Geneva: International Organization for Standardization, 2022.

4. NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, MD, 2024.
 5. ISO 31000:2018 Risk management - Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
 6. Криворучко О. В., Шестак Я. І., Кулініч О. М., Завгородня Є. О. Інтелектуалізація управління інформаційними потоками як засіб забезпечення кіберстійкості інфраструктури закладу вищої освіти // Управління розвитком складних систем. 2026. № 65. С. 194–203. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2026.65.194-203>.
-

УДК 004.41:004.75

Олександр КУПРІЯНОВ,

аспірант

Валерій СИТНИКОВ,

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри комп'ютерних систем

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ РЕПЛІКАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЕНИХ МІКРОСЕРВІСНИХ СИСТЕМ

АНОТАЦІЯ. У статті досліджено проблему підвищення ефективності розподілених мікросервісних систем шляхом порівняльної оцінки моделей реплікації даних. Проведено комплексний аналіз п'яти моделей реплікації. Результати показали, що CRDT-моделі забезпечують найкращі показники продуктивності, тоді як кворумні моделі демонструють оптимальний баланс між доступністю та узгодженістю даних, знижуючи операційні витрати на 15-20%.

Вступ. У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій та переходу до хмарних і розподілених інфраструктур питання ефективного управління даними набуває особливої актуальності. Для українського бізнесу, який стикається з викликами цифровізації в умовах обмежених ресурсів та необхідності швидкого масштабування, впровадження ефективних ІТ-рішень стає критичним фактором конкурентоспроможності. Особливо це стосується телекомунікаційних компаній, фінансових установ, логістичних операторів та e-commerce-платформ, де стабільність і доступність сервісів безпосередньо впливають на довіру клієнтів та фінансові результати. Мікросервісна архітектура,



забезпечуючи масштабованість та гнучкість, породжує виклики, пов'язані з необхідністю узгодженого доступу до спільних даних у розподіленому середовищі, включаючи забезпечення цілісності, високої доступності та консистентності. В умовах післявоєнного відновлення України цифрова трансформація підприємств стає одним з ключових драйверів економічного зростання, а реплікація даних виступає критичним компонентом архітектури, що дозволяє бізнесу масштабуватися без втрати продуктивності та мінімізувати ризики простоїв. Отже, вибір ефективних моделей реплікації даних є ключовим завданням для забезпечення стійкості, масштабованості та продуктивності сучасних інформаційних систем [1, 3].

Мета роботи. Метою дослідження є розробка методики порівняльної оцінки ефективності моделей реплікації даних для розподілених мікросервісних систем, що дозволить виявляти оптимальні моделі з урахуванням специфічних вимог до продуктивності, доступності та узгодженості даних. Для досягнення мети поставлено такі завдання: провести оцінку сучасних моделей реплікації; розробити методику експериментального дослідження; провести порівняльну оцінку ефективності моделей на основі експериментальних даних.

Основна частина роботи. Аналіз літературних джерел [1, 2, 6] показав, що традиційні моделі реплікації потребують адаптації до мікросервісних архітектур. У роботі [2] акцентовано увагу на проблемах узгодженості у мікросервісних системах, показано, що традиційні транзакційні моделі не відповідають вимогам розподіленого середовища. Водночас дослідження [3] розглядає підходи до масштабування реплік у кластеризованих середовищах за допомогою *Kubernetes*, демонструючи, що контейнеризація сприяє автоматизації розміщення та масштабування. Для кількісної оцінки ефективності було розроблено порівняльну модель обчислення операційних витрат. Основна формула для розрахунку операційних витрат має вигляд:

$$C_{ooo} = \lambda \cdot (d_{net} + d_{ooroc}) \cdot n + C_{stor} \cdot n + C_{sync} \cdot ff$$

(1)

Верифікація моделі (1) у тестовому середовищі показала середню похибку прогнозу не більше 7%, що підтвердило її адекватність. Для обґрунтованого порівняння моделей було застосовано інтегральну модель оцінки умовних витрат за формулою (2), де враховується споживання процесора (CPU), пам'яті (RAM), мережевий трафік (NET) та надмірність зберігання (ST) [5]:

$$C = \alpha \cdot R_{CRU} + \beta \cdot R_{RAM} + \gamma \gamma \cdot R_{NET} + \delta \delta \cdot R_{ST}$$

(2)

Порівняльний аналіз п'яти моделей реплікації (синхронної, асинхронної, кворумної, блокчейн та CRDT) за формулою (2) зведено у таблиці 1. Вхідними

даними слугувало архітектурне середовище мікросервісів, розгорнутих у Kubernetes-кластері з п'яти вузлів [4].

Таблиця 1.

Порівняння моделей реплікації даних за параметрами ресурсів

Модель	Узгодженість	CPU	RAM	NET	ST	Витрати (C)
Синхронна	Висока	40	30	30	20	120
Асинхронна	Середня	20	15	25	10	70
Кворумна	Баланс	30	20	25	20	95
Блокчейн	Дуже висока	60	40	30	20	150
CRDT	Висока (евентуал.)	25	20	20	15	80

Результати моделювання (таблиця 1) показують, що *CRDT*-моделі забезпечують найкращі показники продуктивності (45 мс при навантаженні 5000 запитів/с), що пояснюється відсутністю необхідності в синхронізації між репліками [6]. Кворумні моделі демонструють оптимальний баланс, знижуючи операційні витрати на 15-20% порівняно з синхронними рішеннями. Експериментальне дослідження з використанням *Kafka*, *Redis* та *CockroachDB* у *Docker*-середовищі з оркестрацією *Kubernetes* [4] підтвердило, що асинхронна модель забезпечує найнижчі операційні витрати при високих навантаженнях, хоча і втрачає в жорсткій узгодженості.

Практична цінність для бізнесу. Проведене дослідження дозволяє сформулювати практичні рекомендації щодо застосування моделей реплікації даних у різних сферах українського бізнесу.

Асинхронна реплікація є найбільш доцільною для е-commerce-платформ та онлайн-маркетплейсів, де ключовим фактором є швидкість відгуку системи. При високих навантаженнях (понад 5000 запитів/с) ця модель забезпечує мінімальні затримки, що критично важливо під час розпродажів або сезонного піку активності. Допустима тимчасова неузгодженість даних компенсується можливістю масштабування без додаткових витрат на синхронізацію.

CRDT-моделі рекомендуються для систем спільної роботи, хмарних офісних додатків та колаборативних платформ. Здатність автоматично вирішувати конфлікти без централізованої координації робить їх ідеальним вибором для українських ІТ-компаній, що розробляють рішення для віддаленої роботи, освітні платформи та системи документообігу. Низьке споживання ресурсів дозволяє впроваджувати такі рішення навіть за обмежених потужностей.



Кворумна реплікація є оптимальним вибором для банківського сектору, платіжних систем та фінансових установ, де вимоги до узгодженості даних є критичними. Модель забезпечує баланс між надійністю та продуктивністю, дозволяючи знизити операційні витрати на 15-20% порівняно з синхронними рішеннями, а доступність систем підвищити до 99,95%.

Синхронна реплікація залишається незамінною для систем, де втрата даних є неприпустимою: медичні інформаційні системи, державні реєстри, системи управління критичною інфраструктурою. Використання цієї моделі є виправданим, незважаючи на вищі операційні витрати, оскільки гарантує максимальний рівень захисту даних.

Блокчейн-реплікація може бути ефективно застосована в логістичних системах, управлінні ланцюгами поставок та для верифікації походження товарів. В умовах післявоєнного відновлення України впровадження блокчейн-рішень сприяє прозорості бізнес-процесів та підвищенню довіри між контрагентами.

Таким чином, результати дослідження дозволяють українським підприємствам обґрунтовано обирати модель реплікації даних, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності, зниженню операційних витрат та забезпеченню стійкості цифрової інфраструктури.

Висновки. У дослідженні вирішено науково-практичне завдання підвищення ефективності розподілених мікросервісних систем. Вдосконалено класифікацію моделей реплікації даних шляхом введення критеріїв адаптивності до навантаження. Розроблено та верифіковано модель операційних витрат (похибка $<7\%$), яка враховує інтенсивність запитів, мережеві затримки та вартість зберігання. Експериментально доведено, що CRDT-моделі забезпечують найвищу продуктивність (45 мс), а кворумні підходи є найбільш ефективними з точки зору співвідношення "вартість-ефективність". Отримані результати дозволяють скоротити операційні витрати на 15-20% та підвищити доступність систем до 99,95%. Це дає змогу українським підприємствам впроваджувати сучасні моделі реплікації даних, підвищуючи конкурентоспроможність, стійкість до збоїв та готовність до масштабування в умовах післявоєнного відновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Faure, E. Research into data replication models for microservice architectures. *Journal of Distributed Systems*. 2020. Vol. 15, No. 2. P. 45-60. URL: <https://www.scimagojr.com/> (date of access: 24.04.2022).

2. Johnson, M. Data consistency issues in microservice architectures. *International Journal of Cloud Computing*. 2021. Vol. 10, No. 3. P. 78-92.
3. Gundala, S. K. Microservices Architecture: A Comprehensive Guide to Modern Distributed Systems. 2025. URL: <https://www.researchgate.net/> (date of access: 24.04.2022).
4. Kubernetes. URL: <https://kubernetes.io/> (date of access: 24.04.2022).
5. Pakrijauskas, K., Mazeika, D. A method of transparent graceful failover in low latency stateful microservices. *Electronics*. 2022. Vol. 11, No. 23. P. 3936. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics11233936>.
6. Ling, Z., Luo, Y., Wu, K., et al. IoT security: Machine learning approach for detecting attacks. *arXiv preprint*. 2021. arXiv:2112.12310. URL: <https://arxiv.org/abs/2112.12310>.

УДК 004.62

Віталій ЛАБЧУК,
аспірант,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

Раїса ЗАХАРЧЕНКО,
к.т.н., доцент,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

SMALL DATA В УМОВАХ СОЦМЕРЕЖЕВОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА ТІНЬОВИХ ОБМЕЖЕНЬ

Постановка задачі

Соцмережі виступають одним із способів отримання, донесення і циркуляції даних загалом, деколи єдиним. Інформація у соцмережах поширюється швидко, є зручною для сприйняття і часто стає вірусною, однак може бути спотвореною, містити невизначеності або ж бути «заглушеною», зокрема спричинені роботою алгоритмів, модерацією, тіньовим блокуванням користувачів.

Мета дослідження

Метою дослідження є обґрунтування та практичне дослідження використання Small Data, в умовах соцмережевої невизначеності та тіньових обмежень, а також визначення їх впливу на якість прийняття рішень.

Результати дослідження

Соцмережі є зручним інструментом для поширення інформації між людьми. Наприклад, про життя середньостатистичного міста велика кількість



його жителів дізнається з соціальних мереж, а деколи і не існує сторонніх джерел. ЗМІ на сьогодні теж роблять значний акцент на мережі та активно публікуються у них, зокрема у youtube, instagram, facebook, telegram, tiktok, viber та інші. Часто інформація циркулює лавиноподібно і одні копіюють її у інших, за рахунок чого досягається швидкість поширення інформації для різних категорій населення та учасників різних груп. Але часто соцмережі можуть використовуватися і для поширення дезінформації, а дезінформація — це джерело до неправильних рішень, і якщо соціальні мережі володіють високою швидкістю поширення інформації, то дезінформація поширюється навіть у 6 разів швидше, ніж точні дані [1, 5].

Однак навіть велика кількість даних не гарантує повне представлення реальної картини. Ефект ехокамери (echo chamber) та інформаційної бульбашки можливий і передбачає підтвердження наявних переконань, навіть якщо на практиці є випадки, які цьому суперечать. В соцмережах цей ефект проявляється за рахунок алгоритмів, які схильні пропонувати людині перш за все те, що їй сподобалося раніше або зацікавило. Це може бути прихильність до політичної партії або певного бренду чи переконання [1]. Невизначеність полягає в тому, що будь-яка навіть безрозмірна підтримка якоїсь ідеї, явища, бренду чи партії не гарантує відсутність протилежних чи інших даних, навіть якщо вони не представлені в мережі, а отже невідомо чи можливі остаточні висновки на базі таких.

Іншою, але пов'язаною проблемою є астротурфінг — штучна підтримка певної ідеї масовістю, наприклад за допомогою проплачених акаунтів. І хоча звичайні коментарі, відео або інші мережеві сутності, які висловлюють відмінну думку від астротурферів, фізично не блокуються і є формально видимими для інших, астротурфінг фактично придавлює їх своєю масою, наприклад, мільйон однотипних відео, дописів або коментарів на кожні 5 звичайних коментарів, що ускладнює коректність роботи алгоритмів соцмереж в формуванні персоналізованої стрічки та найбільш актуальних коментарів (для деяких соцмереж доступний такий фільтр під дописами та відео). Такі люди можуть не бути ботами технічно, однак створюють ефект всезагальної підтримки (або ж навпаки всезагального протесту), навіть коли такої однозначної картини не проглядається. Коментують різні дописи вони зазвичай першими. Їх не так легко заблокувати з точки зору платформи як фейкові новини [2]. Однак і використання таких даних означало б занадто великі обсяги накопичення даних і невідповідність реальній ситуації або ж її однобічне представлення водночас.

Задля уникнення зайвої токсичності, агресії, спаму, зокрема надмірного впливу ботів, в соцмережах було винайдене поняття бану, тобто блокування, яке може бути алгоритмічним або ж на рівні користувача відносно іншого



користувача. Більш просунутим варіантом блокування є приховане блокування, тіньове (shadow ban). Тіньові блокування дозволяють це зробити більш витончено, без повідомлення користувача, що замість боротьби з блокуванням змушує його просто дописувати у пустоту [3]. Однак для small data це може бути обмеженням, оскільки це може вилитися в цифрове заглушення та цифрову асиметрію влади. Циркуляція важливих малих даних мережею тоді порушується як на вхід, так і на вихід, адже дописувачі хоч і можуть здійснювати якісь дописи, але самі того не знаючи, не можуть досягнути ними нікого, а з іншого боку, при отриманні даних з мережі будь-якими способами, зокрема з API або ж навіть шляхом скрапінгу, що дає додаткову надійність, коли постачальники даних API навмисно спотворюють інформацію або API взагалі не пропонується, дослідники не зможуть витягувати такі дані, оскільки вони невидимі [4]. І якщо тіньові обмеження часто спричинені роботами алгоритмів, то нерідко це може бути і на рівні двох користувачів між собою або між користувачем і компанією, причому важливим частинним випадком є коли один з них менш популярний або має менше влади, а інший є значно популярнішим або має більше влади [5]. Це може бути міський політик, який блокує користувачів, які незгодні з ним або продукують певну критику, навіть конструктивну, з метою показання ідеальної картинки про себе та піару, в результаті чого створюються неправдиві враження про життя міста та діяльність посадових осіб в цілому, а голоси активістів заглушуються і не можуть бути почутими. Або ж тютюнові корпорації, які будучи галуззю, що підлягає регулюванню, часто вдаються до різних хитрощів і навіть псевдонауки. Незалежно від об'єкту походження тіньових обмежень, спільним є створення невизначеності — підтримка або компрометація явища чи людини дійсно настільки велика чи це просто результат заглушення, дані не досягають цілі через те, що нікому не цікаві чи є дією приглушення з чийого боку, наприклад, влади, забудовників тощо.

Висновки та перспективи

В дослідженні розглянуто циркуляцію інформації в соцмережах як інструмент для прийняття рішень та можливості впливу на них. Перспективою використання таких даних є можливість отримати швидкий доступ до великої кількості відкритої безкоштовної інформації. Однак викликами є астротурфінг, тіньове блокування, цифрова асиметрія влади тощо. Перспективами ж є можливість врахування лише більш правдоподібних та різноманітних даних, і якісне прийняття рішень на їх основі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Information Pandemic: a critical review of disinformation spread on social media and its implications for state resilience. Dwi Surjatmodjo, Andi Alimuddin Unde, Hafied Cangara, Alem Febri Sonni. URL: <https://www.mdpi.com/2076-0760/13/8/418> (дата звернення: 31.03.2026).
2. Profiling astroturfers on facebook: a complete framework for labeling, feature extraction and classification. Jonathan Schler, Elisheva Bonchek-Dokow. URL: <https://www.mdpi.com/2504-4990/6/4/108> (дата звернення: 2.04.2026).
3. The shadow banning controversy: perceived governance and algorithmic folklore. Laura Savolainen. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/01634437221077174> (дата звернення: 4.04.2026).
4. Revealing the secret power: how algorithms can influence content visibility on social media. Mauro Conti, Emiliano De Cristofaro, Alessandro Galeazzi, Pujan Paudel, Gianluca Stringhini. URL: <https://arxiv.org/pdf/2410.17390v1> (дата звернення: 08.04.2026).
5. Do online social networks affect information assymetry? Mihai Mutascu, Alexandre Sokic. URL: https://www.iiakm.org/ojakm/articles/2023/volume11_2/OJAKM_Volume11_2pp1-24.pdf (дата звернення: 10.04.2026).

УДК 378:004:005.336.2

Олексій ЛИСТОПАД

доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри дошкільної педагогіки,

Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», м. Одеса

Наталія ЛИСТОПАД

*кандидат педагогічних наук, викладач дошкільних дисциплін,
Комунальний заклад «Одеський педагогічний фаховий коледж», м. Одеса*

ТРАНСФОРМАЦІЯ ЦИФРОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ВЗАЄМОДІЇ НАУКИ ТА БІЗНЕСУ

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімкою цифровізацією всіх сфер життєдіяльності, що зумовлює необхідність трансформації освітніх систем, зокрема закладів вищої та фахової передвищої освіти педагогічного профілю [3, с. 24]. Особливої актуальності набуває формування та розвиток цифрової екосистеми закладу освіти як інтегрованого середовища, що забезпечує ефективну взаємодію між освітнім процесом,

науковою діяльністю та бізнесом [1, с. 30]. Взаємодія науки і бізнесу виступає важливим чинником інноваційного розвитку освіти, оскільки сприяє впровадженню сучасних технологій, адаптації змісту освіти до потреб ринку праці та підвищенню конкурентоспроможності випускників педагогічних спеціальностей [1, с. 39].

Цифрова екосистема закладу освіти розглядається як цілісна сукупність цифрових платформ, сервісів, ресурсів та інструментів, що забезпечують організацію освітнього процесу, наукової діяльності та управління закладом освіти [2, с. 259]. У педагогічних закладах освіти така екосистема має враховувати специфіку підготовки майбутніх педагогів, зокрема необхідність формування цифрової компетентності, педагогічної майстерності та здатності до інноваційної діяльності [5, с. 320]. Ключовими компонентами цифрової екосистеми є: освітні платформи (LMS, системи дистанційного навчання); цифрові інструменти комунікації; аналітичні системи моніторингу освітніх результатів; електронні ресурси та бази даних; цифрові сервіси управління.

Інтеграція науки та бізнесу в цифровій екосистемі закладу освіти передбачає створення партнерських моделей співпраці, спрямованих на: спільну розробку освітніх програм; впровадження інноваційних освітніх технологій; організацію практичної підготовки здобувачів освіти; розвиток стартап-ініціатив. Для педагогічних закладів освіти важливим є залучення ІТ-компаній, освітніх платформ, EdTech-стартапів до створення сучасного освітнього контенту та цифрових інструментів навчання. Така співпраця сприяє оновленню змісту педагогічної освіти відповідно до вимог цифрового суспільства [1, с. 83].

Трансформація цифрової екосистеми закладу освіти педагогічного профілю має комплексний і системний характер, охоплюючи всі рівні організації освітнього процесу, наукової діяльності та управління [4, с. 28]. Цифровізація постає не як окремий інструмент, а як інтегративна основа розвитку сучасного освітнього середовища, що забезпечує його гнучкість, відкритість та інноваційність. Передусім це проявляється у цифровізації освітнього процесу, яка передбачає широке впровадження змішаного та дистанційного навчання, активне використання інтерактивних платформ, електронних ресурсів і сервісів [3, с. 24]. Зокрема, у практиці педагогічних закладів освіти дедалі частіше застосовуються такі платформи, як Moodle або Google Classroom, що дозволяють організовувати освітню діяльність у синхронному й асинхронному режимах, а також забезпечують доступ до навчальних матеріалів, тестування та зворотного зв'язку. Використання сервісів відеозв'язку, зокрема Zoom чи Microsoft Teams, сприяє розширенню можливостей комунікації та співпраці між учасниками освітнього процесу, а

також формує у майбутніх педагогів навички роботи в цифровому освітньому середовищі.

Застосування адаптивних платформ дозволяє індивідуалізувати освітній процес, підлаштовуючи зміст і темп засвоєння матеріалу до потреб кожного здобувача освіти [3, с. 24]. Водночас аналітика освітніх даних забезпечує можливість моніторингу освітніх досягнень і прогнозування результатів, що є важливим для підвищення якості підготовки фахівців. У педагогічній практиці це може реалізовуватися через використання чат-ботів для оперативного консультування студентів, автоматизованих систем оцінювання або цифрових інструментів для створення навчального контенту, що оптимізує діяльність викладача та сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу [6, с. 209].

У свою чергу, такі зміни зумовлюють необхідність розвитку цифрових компетентностей майбутніх педагогів, які стають невід'ємною складовою їхньої професійної підготовки [3, с. 24]. Йдеться не лише про оволодіння технічними навичками, а й про формування медіаграмотності, критичного мислення, здатності до безпечної та відповідальної взаємодії в цифровому середовищі [5, с. 320]. Важливого значення набуває впровадження освітніх курсів із цифрової педагогіки, медіаосвіти, інформаційної культури, а також виконання практичних завдань, пов'язаних зі створенням власного цифрового освітнього контенту – інтерактивних презентацій, відеоматеріалів, онлайн-завдань

Розвиток цифрової екосистеми пов'язаний із впровадженням інноваційних технологій, які забезпечують нову якість освітнього досвіду [4, с. 39]. Використання технологій віртуальної та доповненої реальності створює можливості для моделювання педагогічних ситуацій, проведення віртуальних занять та експериментів, що є особливо цінним у процесі практичної підготовки майбутніх педагогів. Хмарні технології, такі як Google Workspace або Microsoft 365, забезпечують організацію спільної діяльності, збереження та обробку даних, а також підтримку командної роботи. Водночас мобільні додатки розширюють доступ до освітніх ресурсів і сприяють реалізації концепції навчання впродовж життя.

Важливим аспектом трансформації є розвиток цифрового управління закладом освіти, що передбачає автоматизацію адміністративних процесів та впровадження сучасних інформаційно-аналітичних систем [1, с. 56]. Електронний документообіг, цифрові системи управління освітнім процесом, електронні журнали та бази даних забезпечують оперативність і прозорість управлінських рішень. Наприклад, використання аналітичних платформ дає змогу адміністрації закладу освіти відстежувати динаміку освітніх досягнень студентів, аналізувати ефективність освітніх програм та оптимізувати розподіл

ресурсів, що у свою чергу, сприяє підвищенню якості освітніх послуг і забезпечує ефективну взаємодію між усіма учасниками освітнього процесу [4].

Незважаючи на значний потенціал цифрової трансформації, існує низка викликів: недостатній рівень цифрової інфраструктури; обмежене фінансування; недостатня цифрова компетентність педагогічних працівників; опір змінам; проблеми кібербезпеки та захисту даних. Особливо актуальними означені виклики є для закладів фахової передвищої освіти, які часто мають обмежені ресурси для впровадження інновацій. Подальший розвиток цифрової екосистеми закладів освіти педагогічного профілю пов'язаний із: розширенням партнерства з бізнесом; розвитком EdTech-індустрії; впровадженням відкритих освітніх ресурсів; інтеграцією міжнародного досвіду; підвищенням цифрової культури учасників освітнього процесу.

Відтак, можна впевнено стверджувати, що трансформація цифрової екосистеми закладу освіти є необхідною умовою забезпечення якості сучасної педагогічної освіти. Взаємодія науки і бізнесу виступає ключовим чинником означеного процесу, оскільки сприяє впровадженню інновацій, розвитку цифрових компетентностей та підвищенню конкурентоспроможності випускників. Ефективна цифрова екосистема забезпечує інтеграцію освітнього процесу, наукової діяльності та практичної підготовки, створюючи умови для формування сучасного педагога, здатного до професійної діяльності в цифровому середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вища освіта України в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення: виклики і відповіді: науково-аналітична доповідь / В. Г. Кремень, В. І. Луговий, П. Ю. Саух, І. І. Драч, О. М. Слюсаренко, Ю. А. Скиба, О. В. Жабенко, С. А. Калашнікова, Ж. В. Таланова, О. М. Петроє, О. Ю. Оржель, І. Ю. Регейло, М. В. Набок; за заг. ред. В. Г. Кременя. Київ: Педагогічна думка, 2023. 172 с. DOI: <https://doi.org/10.37472/NAES-IHED-2023>

2. Листопад О. А., Мардарова І. К., Листопад Н. Л. Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та їх інтеграція в освітню практику: історичний контекст і сучасні тенденції. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Педагогічні науки*. 2025. Вип. 2. № 58. С. 259–272. DOI: <https://doi.org/10.31376/2410-0897-2025-2-58-259-272>

3. Листопад О. А., Мардарова І. К., Листопад Н. Л. Особливості застосування мультимедійних технологій в процесі формування цифрової культури здобувачів вищої і фахової передвищої освіти. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка*.

Педагогічні науки. 2024. Вип. 4(56). С. 24–33. DOI: <https://doi.org/10.31376/2410-0897-2024-3-56-24-33>

4. Механізми оцінювання якості вищої освіти в умовах євроінтеграції: монографія / Авт.: О. Воробйова, М. Дебич, В. Луговий, О. Оржель, О. Слюсаренко, Ж. Таланова, К. Трима; за ред. В. Лугового, Ж. Таланової. Київ: Ін-т вищої освіти НАПН України, 2020. 220 с.

5. Lystopad O, Mardarova I., Kniazheva I, Kudriavtseva O. Formation of the Operational Skills of Using Information and Communication Technologies in the Professional Activity of a Future Pedagogue. *Arab World English Journal (AWEJ)* Special Issue on CALL Number 9. July 2023 P. 320–339. DOI: <https://dx.doi.org/10.24093/awej/call9.22>

6. Lystopad O., Mardarova I., Lystopad N., Hudanych N. Innovative Activity as a Factor in the Professional Development of Preservice Teachers. *Modern vectors of science and education development in China and Ukraine: International annual journal*. Odesa: South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky, Harbin: Harbin Engineering University, 2025. Issue 11. P. 209–222. DOI: 10.24195/2414-4746-2025-11-19

УДК 004.42; 004:67

Олег МАКАРЕНКО,

*студент гр. БІП2-22, факультет інженерії та
інформаційних технологій,*

Київський національний університет технологій та дизайну

Тетяна ДЕМКІВСЬКА,

*кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та
комп'ютерних технологій,*

Київський національний університет технологій та дизайну

ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ ВИБОРУ ВЗУТТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРАКТИВНОЇ 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

У сучасному динамічному світі зовнішній вигляд відіграє важливу роль у процесі невербальної комунікації в суспільстві. Особливе значення має правильний підбір взуття, який впливає на загальне сприйняття образу, комфорт та зручність у повсякденному житті. На сьогодні існує значна кількість вимог до вибору взуття, що залежать від стилю, контексту події, культурних особливостей або умов використання. Тому відповідність обраного взуття встановленим параметрам є важливою частиною успішної соціалізації та формування позитивного враження [1].

В умовах швидкого розвитку моди та інформаційних технологій користувачу стає складно самотійно здійснювати правильний підбір взуття. Більшість сучасних рішень представлені у вигляді інтернет-магазинів, основний функціонал яких зосереджений на продажу товару та відображенні релевантних запитів користувачів, персоналізованої реклами та рекомендацій. При цьому відсутні інструменти для оцінки посадки взуття та його зовнішнього вигляду на нозі [2]. Крім цього, на ринку представлені різноманітні вузькопрофільні веб-додатки та сервіси для перегляду 3D-моделей взуття, однак вони часто перевантажені функціями та налаштуваннями, що підвищує поріг входження для користувачів, або орієнтовані переважно на продаж без надання додаткової інформації щодо правильного вибору розміру та посадки [3].

Таким чином, розробка веб-застосунку для персоналізованого підбору взуття з використанням технологій 3D є актуальною. Це дозволяє користувачам оцінювати зовнішній вигляд та посадку взуття без необхідності фізичної примірки, отримувати рекомендації щодо оптимального розміру та зручно знаходити потрібні моделі через пошук і фільтри.

Головними перевагами розробленого веб-застосунку «PidborShoes» є можливість перегляду 3D-моделі обраного взуття з інтерактивним керуванням (обертання, масштабування, зміна кольору), а також логічна перевірка правильності підбору розміру. Система надає рекомендації щодо оптимального розміру на основі введених параметрів користувача та відображає інформацію про комфорт посадки. Додатково передбачено фільтрацію взуття за параметрами, додавання моделей у список обраного (wishlist) та оцінювання моделей шляхом простого рейтингу. Реалізовано виконання CRUD-операцій для взаємодії з базою даних у відповідній адміністративній панелі, що дозволяє адміністратору додавати, редагувати та видаляти моделі взуття. Також користувачу надається можливість змінювати кольорову тему веб-застосунку, налаштовувати шрифт та перемикати мову інтерфейсу.

На рис.1 представлена UML-діаграма прецедентів (Use Case Diagram) для розробленого веб-застосунку «PidborShoes». Діаграма відображає основні сценарії використання системи та ролі, що беруть участь у процесі. У системі передбачено два актори: користувач і адміністратор. Користувач використовує функціонал для перегляду та підбору взуття, оцінювання його зовнішнього вигляду та комфортності, а адміністратор забезпечує підтримку даних та їх актуальність.

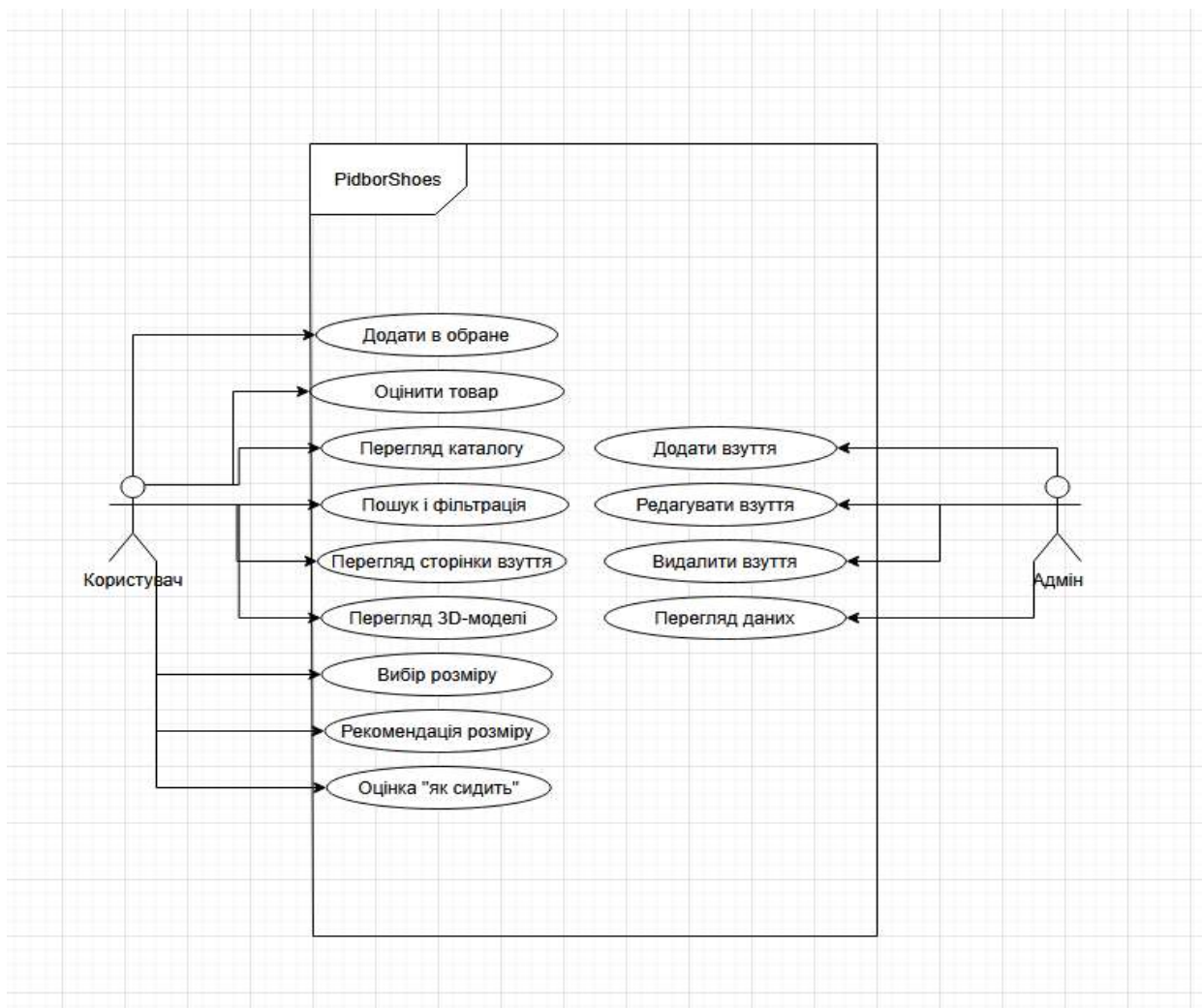


Рис.1. UML-діаграма прецедентів

Для розробки веб-застосунку було використано сучасні веб-технології та інструменти. Серверна частина реалізована на платформі ASP.NET Core із застосуванням мови програмування C# для реалізації бізнес-логіки та обробки запитів. Клієнтська частина виконана на основі HTML, CSS та JavaScript із використанням бібліотеки Three.js для інтерактивного відображення 3D-моделей взуття. Для зберігання даних застосовано реляційну базу даних, а Figma використано для створення UI/UX-макетів. Середовище Visual Studio 2022 забезпечує зручну розробку та налагодження веб-застосунку.

Розроблено веб-застосунок, який демонструє ефективність інтерактивного підбору взуття з використанням сучасних технологій 3D. Запропоноване рішення дозволяє не лише оцінити зовнішній вигляд та комфорт обраної моделі, а й скоротити час на прийняття рішення при покупці. У перспективі систему можна розширити, додавши інтеграцію з мобільними

пристроями, адаптивну рекомендацію на основі аналітики попередніх виборів користувача або більш детальну 3D-візуалізацію різних форм стопи для підвищення точності підбору. Таке удосконалення дозволить зробити сервіс більш персоналізованим та корисним для широкого кола користувачів, а також відкрити можливості для комерційного застосування у сфері онлайн-продажу взуття.

Розроблений веб-застосунок є готовим рішенням для широкого кола користувачів, що дозволяє ефективно здійснювати підбір взуття, зменшувати час на прийняття рішення та уникати помилок при виборі моделей. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та підтримка мультимовності забезпечують доступність для користувачів різного рівня технічної підготовки. Завдяки можливості зміни теми, масштабування інтерфейсу та вибору мови користувач отримує персоналізоване та комфортне середовище для підбору взуття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Howlett N., Pine K., Oosterhof I., Fletcher B. The influence of clothing on first impressions: Rapid and positive responses to minor changes in male attire. *Journal of Fashion Marketing and Management*. 2013. Vol. 17, no. 1. P. 38-48. URL: <https://doi.org/10.1108/13612021311305128> (date of access: 21.03.2026).
2. Barnard M. (Ed.). *Fashion Theory: A Reader*. London : Routledge, 2020. 658 p. URL: <https://www.scribd.com/document/732012163/Fashion-Theory-A-Reader-by-Malcolm-Barnard-z-lib-org> (date of access: 21.03.2026).
3. Остапенко Н. В., Струмінська Т.В., Колосніченко М. В. Розвиток fashion-індустрії та сучасні завдання у підготовці фахівців галузі. *Індустрія моди*. 2023. №3. С. 53-63. URL: <https://www.researchgate.net/publication/379625414> (date of access: 21.03.2026).
4. MVC, MVP, and MVVM: Simple in Appearance, Powerful in Practice – Leapcell – URL: <https://leapcell.medium.com/mvc-mvp-and-mvvm-simple-in-appearance-powerful-in-practice-2bfc39494d91> (date of access: 23.03.2026).

УДК 004.42; 004:67

*Данило МАКСИМЕНКО,
студент гр. БІП2-22, факультет інженерії та
інформаційних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*

Тетяна ДЕМКІВСЬКА,

кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та комп'ютерних технологій, Київський національний університет технологій та дизайну

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПРОДУКТИВНОСТІ ІТ-ФАХІВЦІВ

Сучасний етап розвитку індустрії інформаційних технологій характеризується стрімким переходом до гібридних та повністю віддалених форматів роботи. У таких умовах класичні методи управління персоналом втрачають свою ефективність, оскільки суб'єктивна оцінка залученості фахівців керівникам проєктів стає неможливою або суттєво викривленою. На перший план виходить необхідність впровадження data-driven підходів (управління на основі даних), де ефективність роботи кожного члена команди вимірюється об'єктивними метриками: часом виконання завдань, співвідношення запланованих та витрачених ресурсів, а також динамікою зміни статусів робочих процесів [1].

Головною проблемою сучасного проєктного менеджменту є те, що більшість існуючих систем управління сфокусовані виключно на фіксації поточного стану завдань, залишаючи поза увагою глибинну аналітику процесу їх виконання. Відтак, актуальним завданням є розроблення комплексних програмних рішень, архітектура яких з самого початку спроєктована не лише для колаборації, але й для безперервного, глибокого моніторингу продуктивності ІТ-фахівців.

Огляд популярних на ринку систем управління проєктами, таких як Jira, Trello та Asana, демонструє їхню високу ефективність у контексті візуалізації робочих процесів (зокрема, завдяки методологіям Kanban та Scrum). Проте, їхнім суттєвим недоліком є відсутність вбудованих інструментів для глибокої аналітики залученості. Для отримання розширених метрик продуктивності команди (наприклад, Cycle Time або Lead Time) та виявлення вузьких місць [2], ці платформи вимагають інтеграції сторонніх плагінів або підключення важких зовнішніх BI-систем (Business Intelligence), що суттєво ускладнює інфраструктуру.

Виходячи з цього, метою даної роботи є проєктування архітектурної моделі та розробка мінімального життєздатного продукту (MVP) інформаційної системи, яка на базовому рівні поєднає зручний набір інструментів для управління завданнями, а на архітектурному – забезпечить надійний фундамент для автоматизованого збору первинних даних та подальшого розрахунку метрик продуктивності фахівців.

Для досягнення поставленої мети було розроблено комплексну архітектурну модель, яка базується на принципах масштабованості, ізоляції даних та готовності до високих обчислювальних навантажень. Основою платформи є клієнт-серверна архітектура з чітким розділенням відповідальності [3]. Серверна частина взаємодіє з клієнтськими додатками через захищений RESTful API. Для забезпечення безпеки та оптимізації ресурсів обрано stateless-підхід (без збереження стану на сервері) з використанням стандарту JSON Web Token (JWT). Таке архітектурне рішення є критично важливим для систем моніторингу: відмова від зберігання сесій у пам'яті сервера вивільняє значний обсяг обчислювальних потужностей, які в подальшому будуть перенаправленні на обробку аналітичних запитів та вивід статистичних даних.

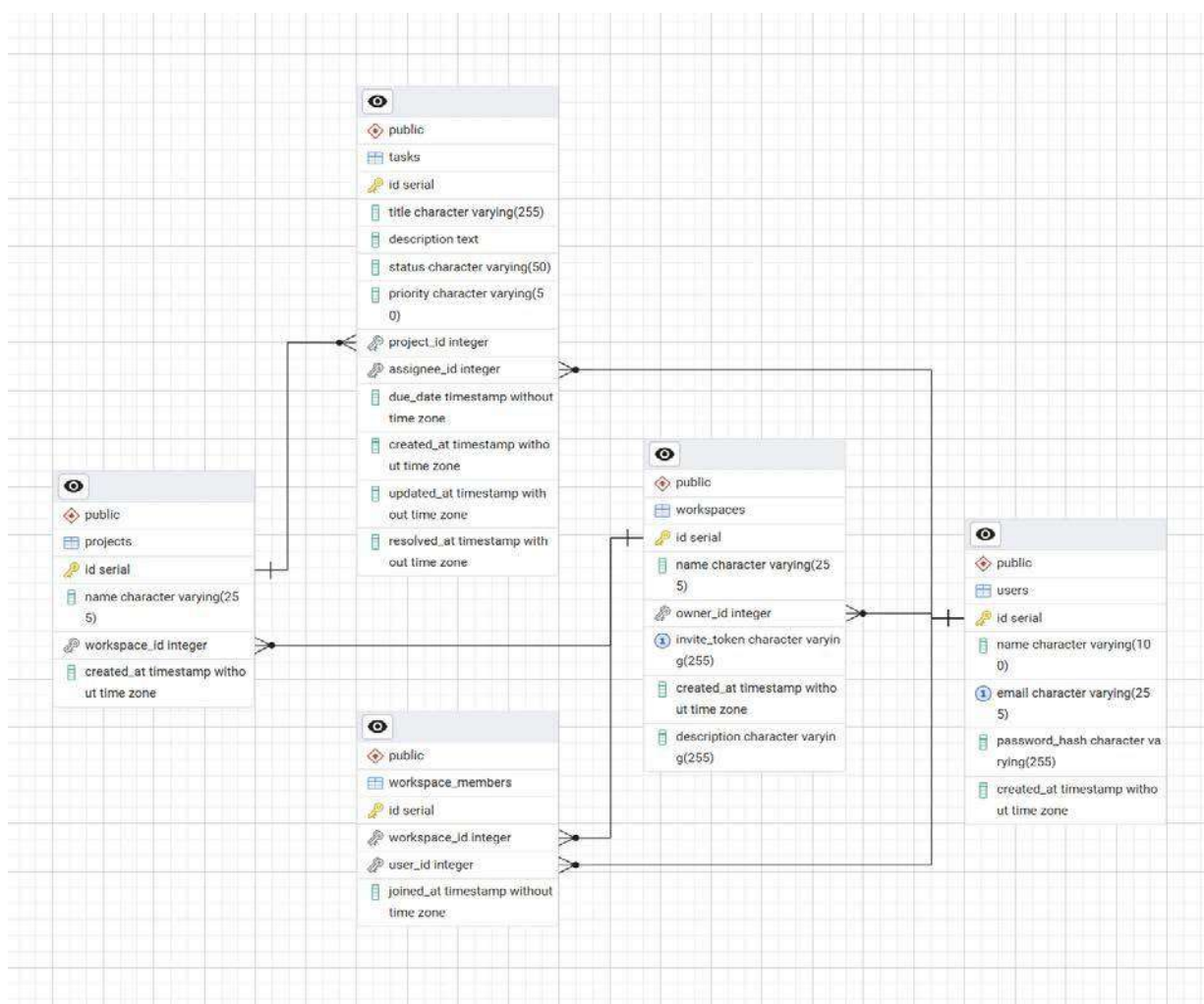


Рис. 1 – Модель «Сутність-Зв'язок»

Ядром аналітичної платформи є реляційна база даних, спроектована з урахуванням необхідності фіксації історії активності. Ієрархія даних

побудована за моделлю: Користувач – Робочий простір (Workspace) – Проєкт (Project) – Завдання (Task). Для забезпечення моніторингу до схеми сутностей інтегровано розширені маркери активності:

- ідентифікатори виконавців (assigneeId) для жорсткої прив'язки результатів роботи до конкретного фахівця;
- деталізовані часові мітки (created_at, updated_at, resolved_at) для точного вимірювання часу, витраченого на перехід завдання між колонками Канбан-дошки;
- архітектура передбачає впровадження додаткових таблиць логуювання (audit logs), які фіксуватимуть кожен крок користувача в системі, забезпечуючи сирі дані для побудови графіків продуктивності.

Для розрахунку метрик продуктивності архітектура передбачає створення окремого аналітичного модуля на рівні серверного API. Замість того, щоб перевантажувати систему обчисленнями, система проєктується з урахуванням розділення відповідальності між базовими CRUD-операціями та складними вибірками [4]. Розрахунки ключових показників (KPI) відбуватимуться на боці сервера за допомогою оптимізованих агрегаційних запитів до бази даних. Ці статистичні дані передаватимуться на клієнтську частину лише за запитом. Такий підхід дозволяє уникнути зайвого навантаження на систему під час повсякденної роботи з картками завдань і забезпечує високу швидкість відгуку інтерфейсу.

На основі спроектованої архітектури було розроблено програмний прототип (MVP). Вибір технологічного стека обумовлений вимогами до високої продуктивності та надійності: середовище виконання Node.js для бекенду, бібліотека React для побудови інтерактивного клієнтського інтерфейсу та реляційна СУБД PostgreSQL у зв'язці з інструментом Drizzle ORM, що гарантує безпеку типів бази даних.

На етапі MVP успішно реалізовано повноцінний цикл управління робочими просторами, механізм спільного доступу за допомогою криптографічних посилань-запрошень та інтерактивну Канбан-дошку. Саме ці модулі наразі слугують основним генератором первинних даних: кожне переміщення картки завдання, зміна пріоритету чи дедлайну автоматично фіксується у базі даних, формуючи цифровий слід залученості фахівця.

У результаті проведеного дослідження та практичної розробки було створено надійну архітектурну інфраструктуру інформаційної системи. Спроектована реляційна модель даних та впроваджений API успішно вирішують проблему централізованого управління командною роботою.

Закладена архітектурна база, зокрема підготовка моделей даних до фіксації змін та збереження історії активності, повністю відповідає актуальним викликам цифровізації бізнес-процесів. Розроблений MVP створює необхідні

передумови для подальшого розгортання комплексного аналітичного модуля, що дозволить автоматизувати розрахунок ключових метрик продуктивності та надати менеджерам об'єктивний набір інструментів для моніторингу ефективності ІТ-команд.

ЛІТЕРАТУРА

1. Forsgren N., Storey M. A., Maddox C., et al. The SPACE of Developer Productivity: There's more to it than you think. ACM Queue. 2021. Vol. 19, No. 1. P. 20–39. URL: <https://queue.acm.org/detail.cfm?id=3454124> (date of access: 04.04.2026).
2. Power K. Metrics for Understanding Flow (Cycle Time and Lead Time). Agile Alliance Experience Reports. 2014. URL: https://www.agilealliance.org/wp-content/uploads/2015/12/ExperienceReport.2014.Power_.pdf (date of access: 04.04.2026).
3. Fielding R. T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Ph.D. dissertation, University of California, Irvine. 2000. 162 p. URL: https://roy.gbiv.com/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf (date of access: 05.04.2026).
4. Fowler M. CQRS (Command Query Responsibility Segregation). MartinFowler.com. 2011. URL: <https://martinfowler.com/bliki/CQRS.html> (date of access: 05.04.2026).

УДК 378:004:005.5

Ірина МАРДАРОВА

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри дошкільної педагогіки,
Державний заклад «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», м. Одеса

Наталія ГУДАНИЧ

доктор філософії, старший викладач кафедри дошкільної педагогіки,
Державний заклад «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», м. Одеса

ЦИФРОВІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ: ІНСТРУМЕНТИ, СЕРВІСИ ТА ВЗАЄМОДІЯ НАУКИ І БІЗНЕСУ

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активною цифровою трансформацією, що охоплює всі сфери діяльності закладів вищої освіти,

зокрема управлінські процеси [7, с. 89]. Особливої актуальності набуває цифровізація в закладах вищої педагогічної освіти, які здійснюють підготовку майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти, адже саме вони формують базові компетентності педагогів нового покоління. Традиційні підходи до управління освітнім процесом часто не відповідають сучасним вимогам щодо гнучкості, прозорості та ефективності, що зумовлює необхідність впровадження цифрових інструментів і сервісів, які забезпечують автоматизацію управлінських процесів, оптимізацію документообігу, покращення комунікації між учасниками освітнього процесу [6, с. 164].

У практиці закладів вищої освіти використовуються різноманітні цифрові рішення, серед яких: системи управління навчанням (LMS) які забезпечують організацію дистанційного та змішаного навчання, контроль успішності студентів, доступ до навчальних матеріалів; електронний документообіг – сприяє автоматизації управлінської діяльності, зменшенню паперового навантаження, підвищенню прозорості процесів; хмарні сервіси які дозволяють організувати спільну роботу викладачів і студентів, зберігання та обмін інформацією; аналітичні системи (Data-driven management), дають змогу приймати управлінські рішення на основі даних, аналізувати ефективність освітніх програм; комунікаційні платформи – забезпечують оперативну взаємодію між адміністрацією, викладачами, студентами та стейкхолдерами [1, с. 75]. Використання таких інструментів у підготовці майбутніх вихователів сприяє формуванню їхньої цифрової компетентності та готовності до роботи в умовах сучасного дошкільного закладу.

Цифровізація управлінських процесів у закладах освіти передбачає використання інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення ефективності управління, прийняття рішень, організації освітнього процесу та взаємодії між його учасниками [1, с. 75]. У закладах вищої педагогічної освіти цифровізація охоплює: управління освітніми програмами; організацію освітнього процесу; кадровий менеджмент; моніторинг якості освіти; внутрішню та зовнішню комунікацію. Зокрема, управління освітнім процесом здійснюється за допомогою систем управління навчанням, таких як Moodle, Google Classroom, Canvas, які забезпечують планування навчальних дисциплін, контроль успішності студентів та організацію змішаного навчання. Організація внутрішньої комунікації та командної взаємодії реалізується через цифрові платформи, зокрема Microsoft Teams, Zoom, Slack, що дозволяють проводити онлайн-наради, консультації та координацію роботи структурних підрозділів [4].

Автоматизація документообігу та управлінської діяльності забезпечується за допомогою систем електронного документообігу, такої як М.Е.Дос, а також хмарних сервісів, наприклад Google Drive та Microsoft OneDrive, що сприяють



збереженню, обміну та спільному редагуванню документів. Кадровий менеджмент і моніторинг якості освіти дедалі частіше здійснюються із застосуванням аналітичних систем і цифрових панелей (dashboard), а також сервісів для збору зворотного зв'язку, таких як Google Forms, SurveyMonkey, що дозволяють аналізувати освітні результати, оцінювати ефективність викладацької діяльності та приймати обґрунтовані управлінські рішення [4].

Для підготовки майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти особливо важливо інтегрувати цифрові інструменти не лише в освітній процес, але й у систему управління. Зокрема, використання інтерактивних платформ, таких як Padlet, Canva, LearningApps, сприяє формуванню цифрової компетентності студентів та розвитку їх готовності до використання сучасних технологій у професійній діяльності. Цифрове середовище закладу вищої педагогічної освіти виступає не лише інструментом управління, але й моделлю інноваційного освітнього простору, у якому формується професійна компетентність майбутніх вихователів [5, с. 10].

Підготовка майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти має свою специфіку, яка враховує: необхідність розвитку педагогічної творчості; формування комунікативних навичок; орієнтацію на роботу з дітьми дошкільного віку. Цифровізація управлінських процесів у педагогічних закладах освіти дозволяє: забезпечити доступ до сучасних методичних матеріалів; організувати практичну підготовку студентів через цифрові середовища; використовувати інтерактивні платформи для моделювання педагогічних ситуацій. Отже, цифрові інструменти стають не лише засобом управління, але й важливим компонентом професійної підготовки [6, с. 164]

Ефективна цифровізація управлінських процесів неможлива без системної співпраці між науковою спільнотою та бізнес-середовищем. Така взаємодія забезпечує розробку інноваційних цифрових продуктів, впровадження сучасних технологій в освітній процес та адаптацію освітніх програм до актуальних потреб ринку праці. Зокрема, прикладом результативної взаємодії є впровадження у закладах вищої освіти систем управління освітнім процесом, розроблених за участю ІТ-компаній, таких як Instructure (платформа Canvas) або Google (екосистема Google Workspace for Education). У таких випадках бізнес забезпечує технологічну основу, тоді як науково-педагогічні працівники адаптують цифрові інструменти до освітніх потреб і методичних підходів.

Важливим напрямом є також реалізація спільних освітньо-наукових проєктів, зокрема програм академічного партнерства між університетами та ІТ-компаніями, такими як Microsoft (ініціативи Microsoft Learn, Azure for Education), що сприяють розвитку цифрових компетентностей як викладачів, так і студентів. Особливої уваги заслуговує співпраця з українськими цифровими

платформами, зокрема Міністерство цифрової трансформації України та платформою Дія.Освіта, які забезпечують доступ до сучасних цифрових ресурсів і сприяють інтеграції цифрових навичок у підготовку майбутніх педагогів.

Для закладів вищої педагогічної освіти така взаємодія відкриває можливості впровадження сучасних освітніх платформ, участі у грантових і стартап-проектах, а також модернізації освітніх програм відповідно до вимог цифрового суспільства. Зокрема, у підготовці майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти це дозволяє інтегрувати цифрові технології у методику навчання, моделювати професійні ситуації та формувати готовність до використання інновацій у практичній діяльності [3, с. 462]. Отже, синергія науки і бізнесу виступає ключовим чинником підвищення ефективності цифровізації управлінських процесів та якості професійної підготовки педагогічних кадрів.

Цифровізація управлінських процесів у закладах вищої педагогічної освіти є необхідною умовою підвищення якості освітньої діяльності та підготовки конкурентоспроможних фахівців. Використання сучасних цифрових інструментів і сервісів сприяє автоматизації управління, покращенню комунікації та прийняттю обґрунтованих управлінських рішень. Особливого значення набуває інтеграція цифрових технологій у підготовку майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти, що забезпечує формування їхньої цифрової компетентності та готовності до професійної діяльності в умовах цифрового суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонюк Д. С., Вакалюк Т. А. Зарубіжний досвід використання цифрових освітніх ресурсів у вищій школі. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітніх школах*. 2021. № 74. Том 2. С. 75–78. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.74-2.14>
2. Вербовський І. А. Ефективність цифровізації в управлінні освітніми ресурсами: аналіз та стратегії оптимізації. *Академічні візії*. 2024. № 27. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10471716>
3. Гера Т. Р. Цифровізація управлінських процесів та її вплив на ефективність систем менеджменту. *Наукові інновації та передові технології: журнал*. 2026. № 2(54), С. 462–475. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2026-2\(54\)-462-475](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2026-2(54)-462-475)
4. Каневська І., Приступа Л., Говоруха Д. Теоретичні аспекти цифровізації вищої освіти: проблеми і перспективи розвитку. *Економіка та суспільство*. 2023. № 53. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-53-58>

5. Листопад О. А., Мардарова І. К. Методика підготовки майбутніх вихователів до управлінського забезпечення професійної діяльності у системі дошкільної освіти. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Педагогічні науки*. 2021, Вип. 3 (47) С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.31376/2410-0897-2021-3-47-10-18>

6. Листопад О., Мардарова І. Підготовка майбутніх вихователів до управлінського забезпечення професійної діяльності закладів дошкільної освіти. *Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету. Педагогічні науки*. Ізмаїл: РВВ ІДГУ, (56), 2021. С. 164–173. DOI: [https://doi.org/10.31909/26168812.2021-\(56\)-19](https://doi.org/10.31909/26168812.2021-(56)-19)

7. Листопад О., Мардарова І. Формування управлінської культури майбутніх педагогів дошкільної освіти. *Ізмаїльського державного гуманітарного університету: збірник наукових праць. Педагогічні науки*. Ізмаїл: РВВ ІДГУ. 2022, (58) С. 89–101. DOI: [https://doi.org/10.31909/26168812.2022-\(58\)-10](https://doi.org/10.31909/26168812.2022-(58)-10)

УДК 004.9

Турал МАХМУДОВ

студент спеціальності F6 «Інформаційні системи і технології»

Марина КАРАМУШКА

к.т.н., доцент

кафедри інформатики і комп'ютерних наук

Херсонський національний технічний університет

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ІНСТРУМЕНТИ ТА ВИКЛИКИ

Повномасштабне вторгнення Російської Федерації в Україну у лютому 2022 року кардинально змінило умови функціонування вітчизняного бізнесу. Малі та середні підприємства (МСП), які формують значну частку зайнятості та ВВП України, опинились у надзвичайно складних умовах: руйнування інфраструктури, вимушена релокація, розрив логістичних ланцюгів, втрата клієнтської бази та значне скорочення купівельної спроможності населення [1]. У цих умовах цифрова трансформація стала не лише конкурентною перевагою, а й необхідною умовою виживання бізнесу.

Метою даної роботи є аналіз основних інструментів цифрової трансформації, які використовуються малим бізнесом України в умовах воєнного стану, та визначення ключових викликів, що супроводжують цей процес.

Цифрова трансформація — це процес інтеграції цифрових технологій у всі сфери діяльності підприємства, що призводить до фундаментальних змін у способах ведення бізнесу та створення цінності для клієнтів [2]. В умовах воєнного стану цей процес набуває особливого значення через необхідність швидкої адаптації до нових реалій.

Згідно з Законом України «Про розвиток та державну підтримку малого і середнього підприємництва в Україні» (2012), МСП є основою економічного розвитку держави [3]. Їхня цифрова трансформація є пріоритетним напрямком державної політики, закріпленим у Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки, положення якої залишаються актуальними й у воєнний період [4].

Серед ключових інструментів цифрової трансформації малого бізнесу в Україні можна виділити наступні:

1. CRM-системи (Customer Relationship Management). Платформи на кшталт HubSpot, Bitrix24, Salesforce дозволяють автоматизувати взаємодію з клієнтами, зберігати історію комунікацій та аналізувати воронку продажів. Впровадження CRM-систем є одним із перших кроків цифрової трансформації, який дозволяє підприємствам зберігати клієнтську базу в умовах релокації.

2. Платформи електронної комерції. Перехід до онлайн-торгівлі через маркетплейси (Rozetka, Prom.ua, Etsy) та власні інтернет-магазини (Shopify, WooCommerce, Horoshop) став основним каналом збуту для бізнесів, які втратили фізичні точки продажу. Глобально обсяг електронної комерції демонструє стабільне зростання: за даними ЮНКТАД, бізнес-продажі через e-commerce зросли майже на 60% з 2016 по 2022 рік, досягнувши 27 трлн доларів США [5].

3. Хмарні технології. Сервіси Google Workspace, Microsoft 365, Amazon Web Services забезпечують можливість віддаленої роботи, зберігання даних та масштабування ІТ-інфраструктури без значних капітальних витрат. Це критично важливо для релокованих підприємств, що працюють у розподіленому форматі.

4. Чат-боти та месенджер-маркетинг. Інтеграція чат-ботів у Telegram, Viber та Instagram Direct автоматизує обробку замовлень, консультування клієнтів та підтримку. Автоматизація рутинних процесів дозволяє скоротити операційні витрати та компенсувати дефіцит кадрів.

5. Цифрові державні сервіси. Платформа «Дія» та пов'язані цифрові послуги спростили реєстрацію бізнесу, отримання дозвільних документів, подання звітності. Програми «Робота» та «Відновлення» надають фінансову підтримку МСП через цифрові канали. За даними Міністерства цифрової трансформації, лише за 2 роки держава заощадила 16,3 млрд грн завдяки цифровим рішенням [6].

Водночас процес цифрової трансформації малого бізнесу в умовах воєнного стану супроводжується низкою суттєвих викликів:

- обмежений доступ до фінансових ресурсів для інвестування у цифрові рішення;
- недостатній рівень цифрової грамотності серед підприємців, особливо у регіонах;
- кіберзагрози та ризики витоку даних в умовах посиленої активності ворожих хакерських груп;
- нестабільність енергопостачання та інтернет-з'єднання, що ускладнює роботу хмарних сервісів;
- масове внутрішнє переміщення населення — за даними МОМ, станом на січень 2026 року в Україні залишається значна кількість внутрішньо переміщених осіб, що впливає на ринок праці та кадрове забезпечення бізнесу [7].

Незважаючи на зазначені виклики, процес цифровізації українського бізнесу демонструє позитивну динаміку. Міжнародні організації, зокрема ОЕСР та Світовий банк, відзначають високий потенціал цифрового сектору України як драйвера економічного відновлення.

Цифрова трансформація малого бізнесу в умовах воєнного стану є об'єктивною необхідністю, зумовленою радикальною зміною бізнес-середовища. Інструменти цифровізації — CRM-системи, платформи електронної комерції, хмарні сервіси, чат-боти та державні цифрові платформи — дозволяють підприємствам адаптуватися до нових умов, зберігати клієнтську базу та оптимізувати операційні процеси.

Подальший розвиток цифрової трансформації потребує комплексного підходу: державної підтримки у вигляді грантових програм, розвитку цифрової грамотності підприємців, зміцнення кібербезпеки та забезпечення стабільної цифрової інфраструктури. Саме синергія зусиль держави, бізнесу та науково-освітньої спільноти здатна забезпечити ефективну цифрову трансформацію, що є ключовим фактором економічного відновлення України.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Bank. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment: February 2022 – February 2023. Washington, DC: World Bank Group, 2023. 152 p. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099184503212328877> (дата звернення: 05.04.2026).
2. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. Boston: Harvard Business Review Press, 2014. 292 p. ISBN 978-1625272478.



3. Про розвиток та державну підтримку малого і середнього підприємництва в Україні: Закон України від 22.03.2012 № 4618-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4618-17> (дата звернення: 05.04.2026).

4. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.01.2018 № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-p> (дата звернення: 05.04.2026).

5. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Digital Economy Report 2024: Shaping an Environmentally Sustainable and Inclusive Digital Future. New York: United Nations, 2024. URL: <https://unctad.org/publication/digital-economy-report-2024> (дата звернення: 05.04.2026).

6. Міністерство цифрової трансформації України. Про нас. Офіційний портал. URL: <https://thedigital.gov.ua/ministry> (дата звернення: 05.04.2026).

7. International Organization for Migration (IOM). Звіт про внутрішнє переміщення населення в Україні: Опитування загального населення, Раунд 22, січень 2026 року. Київ: MOM, 2026. URL: <https://dtm.iom.int/reports/ukraine-zvit-pro-vnutrishne-peremishchennya-naseleння-v-ukraini-opituvannya-zagalnogo> (дата звернення: 05.04.2026).

УДК 004.8:004.056:174

Микола МЕДИНСЬКИЙ,

аспірант,

Херсонський національний технічний університет

АРХІТЕКТУРА ДОВІРИ В ЕПОХУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: КІБЕРБЕЗПЕКА, ЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ ТА УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ В ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ

У сучасному світі інформаційні технології визначають ключові напрями розвитку економіки та суспільства. Активне впровадження штучного інтелекту, великих даних та хмарних обчислень сприяє формуванню складних цифрових екосистем, які забезпечують функціонування державного управління, бізнесу та соціальних сервісів. У цих умовах довіра до цифрових систем виступає базовою передумовою їх ефективності, безпеки та масштабованості [5].

Метою дослідження є обґрунтування концепції архітектури довіри як інтегрованого підходу до забезпечення надійності цифрових екосистем. Для досягнення мети визначено такі завдання:

- аналіз сучасних кіберзагроз та тенденцій їх розвитку;
- дослідження ролі кібербезпеки у цифрових екосистемах;



- оцінка етичних аспектів використання штучного інтелекту;
- формування підходів до управління даними та ризиками.

Цифрові екосистеми характеризуються високим рівнем інтеграції компонентів, використанням розподілених сервісів та активним застосуванням API. Це значно розширює поверхню атаки та ускладнює процес забезпечення безпеки, що потребує переходу до комплексних моделей захисту [1].

Архітектура довіри розглядається як системна модель, що об'єднує технологічні, організаційні та етичні аспекти. Вона орієнтована на забезпечення прозорості цифрових процесів, підзвітності алгоритмічних рішень та контрольованості обробки даних.

Кібербезпека у межах архітектури довіри базується на проактивних підходах. Сучасні системи використовують поведінкову аналітику, машинне навчання та автоматизовані механізми реагування на інциденти, що дозволяє своєчасно виявляти та нейтралізувати загрози [4].

Одним із ключових підходів є Zero Trust Architecture, яка передбачає постійну перевірку доступу незалежно від розташування користувача. Це дозволяє мінімізувати ризики внутрішніх загроз та підвищити рівень контролю доступу до ресурсів.

Використання моделей машинного навчання для виявлення аномалій дозволяє ідентифікувати нетипову поведінку користувачів та мережевих процесів. Такі підходи підвищують ефективність систем кіберзахисту та дозволяють автоматизувати аналіз загроз.

Інтеграція NIST Cybersecurity Framework забезпечує системність управління безпекою, дозволяючи організаціям формувати комплексну політику захисту інформації та оцінки ризиків.

Розподілені технології, зокрема блокчейн, забезпечують незмінність даних та підвищують довіру до цифрових процесів. Вони активно застосовуються у фінансових системах, електронному документообігу та державному управлінні [3].

Етичні аспекти використання штучного інтелекту передбачають забезпечення прозорості, пояснюваності та недискримінаційності алгоритмів. Важливим є впровадження механізмів аудиту моделей та контролю їх відповідності нормативним вимогам [2].

Управління даними є одним із ключових елементів архітектури довіри та включає такі базові характеристики:

- конфіденційність;
- цілісність;
- доступність інформації.

Забезпечення цих характеристик потребує впровадження комплексних механізмів, включаючи контроль доступу, шифрування, журналювання подій та аудит операцій, що дозволяє мінімізувати ризики витоку інформації [1].



Особливу увагу слід приділити людському фактору, оскільки значна частина інцидентів безпеки пов'язана з помилками користувачів. Це потребує впровадження програм навчання та підвищення рівня кібергігієни.

Використання risk-based підходів дозволяє оцінювати загрози з урахуванням їх ймовірності та потенційних наслідків, що сприяє більш ефективному розподілу ресурсів кібербезпеки.

Сучасні підходи також включають використання AI governance моделей, які дозволяють контролювати життєвий цикл алгоритмів та забезпечувати їх відповідність етичним та правовим вимогам.

Системи SOAR (Security Orchestration, Automation and Response) дозволяють автоматизувати процеси реагування на інциденти та значно скорочують час ліквідації загроз.

Інтеграція архітектури довіри у державні та бізнес-процеси сприяє розвитку цифрової економіки, підвищенню ефективності управління та формуванню довіри до цифрових сервісів.

В умовах відновлення України цифрова інфраструктура відіграє ключову роль у забезпеченні стабільності економіки та розвитку інновацій.

Висновки. Основними проблемами впровадження архітектури довіри є:

- зростання складності цифрових екосистем;
- недостатня інтеграція безпекових рішень;
- ризики, пов'язані з використанням AI;
- обмеження нормативно-правового регулювання.

Таким чином, архітектура довіри є ключовим напрямом розвитку цифрових систем та забезпечення їх безпеки в умовах сучасних викликів.

Перспективним є розвиток міждержавної співпраці у сфері кібербезпеки, що дозволяє обмінюватися досвідом, впроваджувати кращі практики та підвищувати рівень захищеності глобальних цифрових систем.

Необхідно також враховувати економічний аспект впровадження архітектури довіри, оскільки забезпечення безпеки потребує значних інвестицій. Використання risk-based підходів дозволяє оптимізувати витрати та підвищити ефективність управління ресурсами.

Суттєву роль відіграє стандартизація процесів управління безпекою, яка забезпечує узгодженість дій між різними учасниками цифрових екосистем та підвищує ефективність реагування на інциденти.

Важливим напрямом є інтеграція механізмів кібербезпеки на рівні життєвого циклу програмного забезпечення (DevSecOps), що дозволяє забезпечити безпеку ще на етапі розробки та тестування систем.

Окрему увагу слід приділити питанням масштабованості архітектури довіри, оскільки зростання обсягів даних та кількості користувачів створює

додаткове навантаження на системи безпеки. Це вимагає використання гнучких хмарних рішень та динамічного розподілу ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. ISO/IEC 27001:2013 Information security management systems.
2. European Commission. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. 2019.
3. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008.
4. Stallings W. Cryptography and Network Security. Pearson, 2017.
5. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. 2011.

УДК 004.8

Дмитро МІНАЄВ

студент спеціальності F6 «Інформаційні системи і технології»

Марина КАРАМУШКА

к.т.н., доцент

кафедри інформатики і комп'ютерних наук

Херсонський національний технічний університет

ПРОГРАМУВАННЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

В останні роки штучний інтелект (ШІ) набув значного поширення в різних сферах діяльності людини, зокрема у програмуванні та розробці інтелектуальних програмних систем. Одним із перспективних напрямків є створення програмних асистентів, керованих голосом, які здатні взаємодіяти з користувачем природною мовою та виконувати широкий спектр задач на персональному комп'ютері. Розробка таких систем є особливо актуальною в умовах зростання обсягів інформації, необхідності автоматизації рутинних процесів та підвищення ефективності взаємодії людини з комп'ютером[1].

Голосові асистенти є складними програмними системами, що поєднують декілька ключових напрямків штучного інтелекту. Основними з них є:

1. **Розпізнавання мовлення (Speech-to-Text)** – дозволяє перетворювати голосові команди користувача у текстовий формат для подальшої обробки.
2. **Обробка природної мови (NLP)** – забезпечує аналіз отриманого тексту, визначення намірів користувача та формування відповідних дій.
3. **Синтез мовлення (Text-to-Speech)** – використовується для генерації голосових відповідей системи.

4. **Машинне навчання** – дозволяє системі адаптуватися до поведінки користувача та підвищувати точність роботи[2].

Сучасні голосові асистенти можуть виконувати широкий спектр функцій, серед яких відкриття програм, пошук інформації в інтернеті, керування налаштуваннями операційної системи, робота з файлами та автоматизація повсякденних дій користувача. Це значно підвищує продуктивність роботи та зменшує необхідність ручного виконання повторюваних операцій[3].

Важливим аспектом є архітектура програмного асистента. Як правило, такі системи будуються за модульним принципом і включають наступні компоненти: модуль обробки голосу, модуль аналізу команд, модуль виконання дій та модуль зворотного зв'язку з користувачем. Такий підхід дозволяє забезпечити гнучкість системи, її масштабованість та можливість подальшого розширення функціоналу. Крім того, модульна архітектура спрощує тестування та супровід програмного забезпечення.

Розробка програмного асистента з елементами штучного інтелекту вимагає використання сучасних мов програмування та спеціалізованих бібліотек. Найбільш поширеними є мови Python та JavaScript, які мають широку підтримку інструментів для роботи зі штучним інтелектом. Для реалізації функцій розпізнавання та синтезу мовлення застосовуються такі бібліотеки та сервіси, як SpeechRecognition, Google Speech API, pyttsx3. Для обробки природної мови використовуються бібліотеки spaCy, NLTK, а також сучасні моделі на основі нейронних мереж[4].

Окрему увагу слід приділити сценаріям використання голосового асистента. Серед них можна виділити як базові, так і розширені сценарії. До базових належать виконання простих команд, таких як запуск програм, відкриття файлів або пошук інформації. Розширені сценарії включають автоматизацію складних послідовностей дій, інтеграцію з веб-сервісами, управління розумними пристроями та персоналізовану взаємодію з користувачем. Це дозволяє перетворити асистента з простого інструмента у повноцінну інтелектуальну систему підтримки користувача.

Не менш важливим є питання зручності взаємодії (User Experience). Голосовий інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, швидким та точним. Для цього застосовуються методи оптимізації розпізнавання мовлення, зменшення затримок відповіді та адаптації до індивідуальних особливостей користувача. Використання ШІ дозволяє створювати більш “природний” діалог між людиною та комп'ютером, що значно підвищує ефективність використання системи.

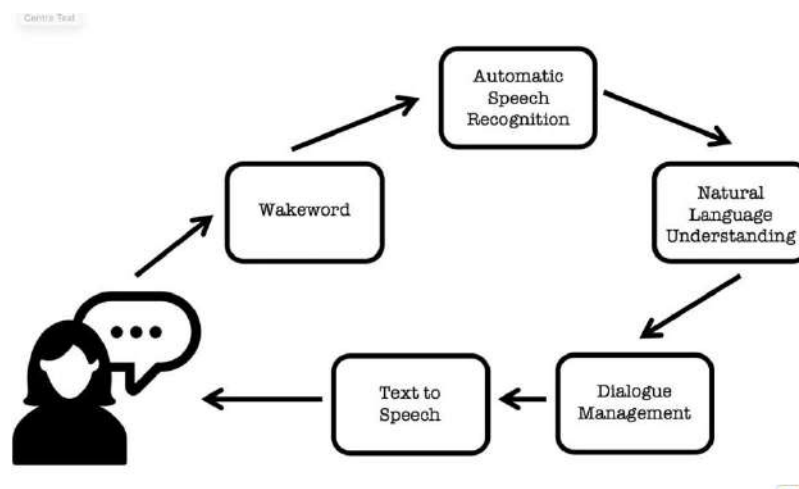


Рис. 1. Схема взаємодії користувача з голосовим асистентом

Важливим аспектом функціонування голосових асистентів є продуктивність та оптимізація. Оскільки обробка голосових даних та виконання команд повинні відбуватися у реальному часі, необхідно забезпечити ефективне використання ресурсів системи. Для цього застосовуються методи оптимізації алгоритмів, кешування результатів, а також використання хмарних обчислень для обробки складних запитів. Це дозволяє досягти високої швидкодії та стабільності роботи системи навіть при значних навантаженнях.

Перед розглядом питань кібербезпеки варто зазначити, що голосові асистенти працюють з великими обсягами персональних даних, включаючи голосові записи, історію запитів та поведінкові патерни користувача. Це створює додаткові вимоги до захисту інформації та надійності системи.

Штучний інтелект відіграє ключову роль у забезпеченні кібербезпеки голосових асистентів, допомагаючи виявляти, аналізувати та запобігати загрозам у реальному часі. Основними завданнями є:

1. Виявлення аномалій – аналіз поведінки користувача для визначення підозрілих дій.
2. Голосова аутентифікація – ідентифікація користувача за біометричними характеристиками голосу.
3. Захист від підробки голосу (voice spoofing) – використання алгоритмів для виявлення синтезованого або зміненого голосу.
4. Шифрування даних – забезпечення безпечної передачі та зберігання інформації.
5. Прогнозування загроз – використання машинного навчання для виявлення потенційних вразливостей [5].

Розвиток технологій штучного інтелекту відкриває нові перспективи для вдосконалення голосових асистентів. Зокрема, очікується підвищення точності



розпізнавання мовлення, розширення можливостей діалогових систем, інтеграція з різними платформами та сервісами, а також впровадження більш складних моделей глибинного навчання. У майбутньому такі системи можуть стати універсальними інструментами взаємодії з цифровим середовищем.

Таким чином, розробка програмного асистента з елементами штучного інтелекту є актуальним та перспективним напрямком, що поєднує сучасні досягнення у сфері програмування та штучного інтелекту, сприяючи підвищенню рівня автоматизації, продуктивності та зручності використання комп'ютерних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голосовий віртуальний асистент зі штучним інтелектом [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://asac.kpi.ua/article/view/340190> . Дата звернення: 9 березня 2026
2. Сучасні напрями розвитку штучного інтелекту [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://galera.news/suchasni-napriamy-rozvytku-shtuchnoho-intelektu-14750/> . Дата звернення: 11 березня 2026
3. Голосові асистенти та штучний інтелект [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ua.linkedin.com/pulse/voice-assistants-ai-scalebuildai?tl=uk>. Дата звернення: 12 березня 2026
4. Як створити свій власний AI Assistant безкоштовно [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.capcut.com/uk-ua/resource/how-to-make-your-own-ai-assistant>. Дата звернення: 14 березня 2026
5. Що таке ШІ для кібербезпеки? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://surli.cc/gkqsxn>. Дата звернення: 19 березня 2026

УДК 004.89:004.9:656.13

Юрій МОЛОДОЖОН

аспірант, Національний університет «Одеська політехніка»

Валерій СИТНИКОВ

д. т. н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних систем, Навчально-науковий інститут штучного інтелекту та робототехніки, Національний університет «Одеська політехніка»



ІНТЕГРОВАНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМИ ПЛАТФОРМАМИ В СИСТЕМАХ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ НА ОСНОВІ ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ ТА ІНФРАСТРУКТУРНИХ ДАНИХ

У сучасних умовах, коли переміщення населення є характерною ознакою соціально-економічних процесів, облік чисельності мешканців набуває важливого значення як для забезпечення якості надання комунальних послуг, так і для формування коректних нарахувань за їх споживання. Водночас у контексті державної політики України, спрямованої на цифровізацію управлінських процесів, особливої актуальності набуває оцифрування та електронний облік даних про чисельність населення, місце проживання та реєстрацію громадян, а також формування та узгодження єдиних державних реєстрів.

Таким чином актуальною є задача підвищення ефективності управління мобільними платформами в умовах міської логістики на основі інтеграції телеметричних та інфраструктурних даних. Своєчасність дослідження обумовлена необхідністю забезпечення надійного оперативного контролю руху мобільних об'єктів та оптимізації параметрів міської інфраструктури в умовах динамічного середовища.

Метою роботи є розробка інтегрованих моделей управління та контролю мобільних платформ, що поєднують сенсорні та телеметричні системи збору даних із параметрами обслуговуваної інфраструктури, зокрема показниками чисельності населення та характеристиками розміщення контейнерів ТПВ.

Використано підходи математичного моделювання, обробки телеметричних даних та оптимізації логістичних процесів. Запропоновано архітектуру системи, що забезпечує збір, передачу та інтеграцію різномірних даних для формування узгоджених рішень щодо управління мобільними платформами.

Отримані результати демонструють можливість підвищення ефективності функціонування систем збору ТПВ за рахунок узгодження параметрів маршрутів руху з характеристиками інфраструктури та демографічними показниками. Запропонований підхід забезпечує підвищення точності прийняття рішень, зменшення надлишкових ресурсних витрат та покращення якості надання послуг.

Вступ. У сучасних умовах цифрової трансформації міської інфраструктури особливого значення набуває впровадження інформаційних технологій у процеси управління мобільними платформами. Системи збору, транспортування та обробки відходів є складними динамічними системами, ефективність яких залежить від



узгодженості роботи мобільних об'єктів, інфраструктурних елементів та інформаційних потоків [1].

Застосування телеметричних систем дозволяє здійснювати моніторинг стану контейнерів, контроль маршрутів руху спеціалізованого транспорту та аналіз ефективності логістичних процесів. Водночас ізольоване використання телеметричних даних без урахування параметрів міської інфраструктури, зокрема чисельності населення, щільності забудови та розміщення контейнерів, не забезпечує достатнього рівня оптимізації [2].

Таким чином, актуальною є задача створення інтегрованих моделей управління мобільними платформами, що поєднують телеметричні та інфраструктурні дані в єдину систему прийняття рішень.

Метою роботи є розробка інтегрованих моделей управління мобільними платформами на основі поєднання телеметричних та інфраструктурних даних. Задачі: аналіз підходів, визначення ролі телеметрії, оцінка впливу інфраструктурних параметрів (чисельність населення, розміщення контейнерів), розробка моделі інтеграції даних та оцінка її ефективності.

Модель інтегрованого управління.

У запропонованому підході система управління мобільними платформами розглядається як сукупність взаємопов'язаних підсистем:

- підсистеми збору телеметричних даних;
- підсистеми обробки та аналізу інформації;
- підсистеми прийняття рішень;
- підсистеми виконання управлінських дій.

Формалізація процесів управління мобільними платформами може бути представлена із використанням бізнес-процесних моделей (BPMN) та UML-діаграм активностей, що дозволяє описати логіку взаємодії між підсистемами збору даних, обробки інформації та прийняття управлінських рішень. Використання таких моделей забезпечує структурування процесів та можливість подальшої автоматизації систем управління.

Телеметричні дані формують інформацію про:

- стан мобільних платформ;
- маршрути руху;
- часові параметри виконання операцій.

Інфраструктурні дані включають:

- чисельність населення;
- кількість та розміщення контейнерів ТПВ;
- просторові характеристики території.

Інтеграція цих даних дозволяє сформулювати узгоджену модель стану системи:



$$S=f(T,I)$$

де: S - стан системи управління; T - телеметричні дані; I - інфраструктурні параметри.

Особливості застосування в системах ТПВ.

У задачах збору ТПВ важливим є визначення оптимальної кількості контейнерів та маршрутів обслуговування. Чисельність населення безпосередньо впливає на обсяг утворення відходів, що підтверджується сучасними дослідженнями у сфері управління ТПВ [3; 4].

Запропонований підхід дозволяє:

- узгоджувати кількість контейнерів із реальними потребами;
- адаптувати маршрути мобільних платформ;
- зменшувати перевантаження або недовикористання ресурсів.

Таким чином формується динамічна система управління, що враховує як поточні дані, так і структурні характеристики міського середовища.

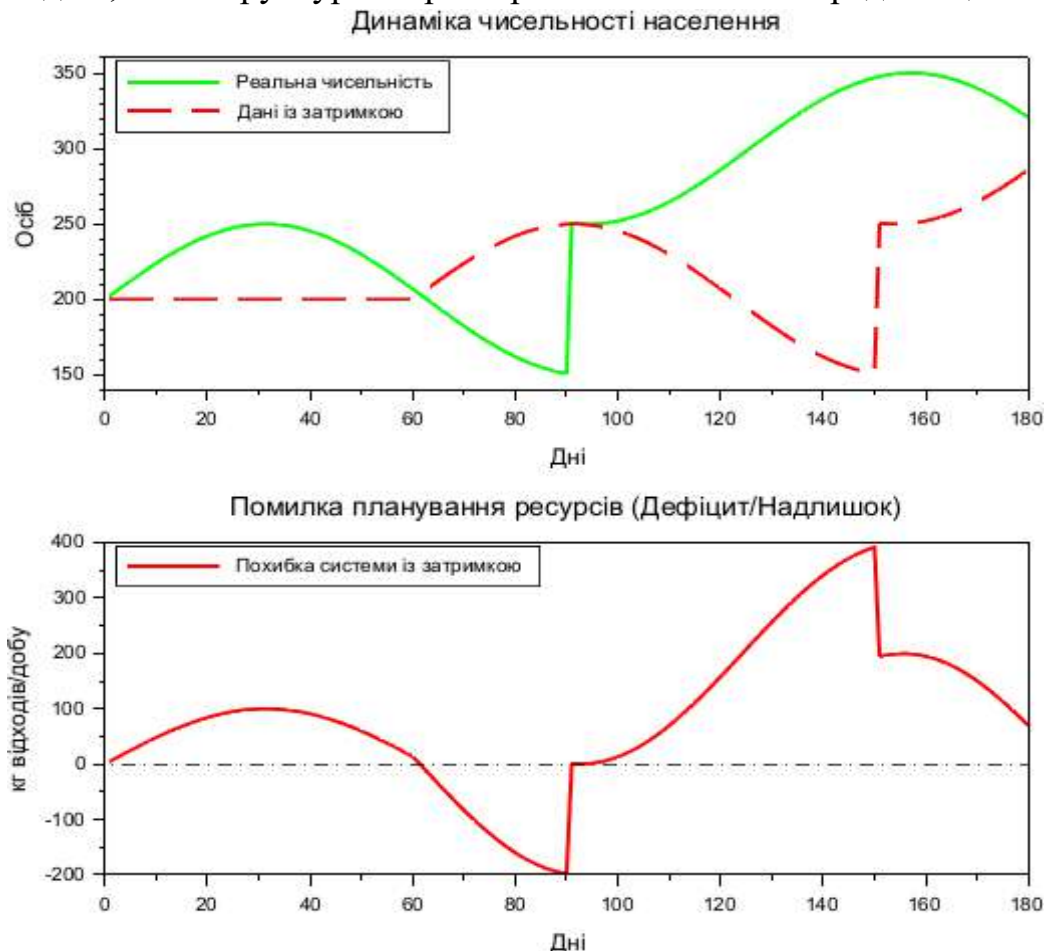


Рис. 1. Оцінка розсогласування між реальною потребою у вивозі ТПВ та плановими показниками за умов використання застарілих даних.

Проведений аналіз свідчить, що інтеграція телеметричних та інфраструктурних даних дозволяє підвищити ефективність використання мобільних платформ, зменшити надлишкові витрати та підвищити точність планування логістичних процесів. Важливим фактором є мінімізація часових розбіжностей між різнорідними джерелами інформації.

У сучасних системах управління міською інфраструктурою однією з проблем є **часова неузгодженість даних (temporal data inconsistency)**, що виникає при використанні інформації з різних джерел у різні моменти часу та призводить до помилок планування маршрутів і збільшення холостих переміщень мобільних платформ. Запропонований підхід передбачає синхронізацію потоків телеметричних та інфраструктурних даних у єдиному інформаційному середовищі.

Результати дослідження показують можливість підвищення ефективності використання мобільних платформ за рахунок зменшення інформаційних розбіжностей між джерелами даних приблизно на **10–15 %** залежно від умов експлуатації. Це досягається за рахунок скорочення холостих пробігів на **5–12 %** та більш раціонального використання контейнерної інфраструктури (**5–7 %**).

Підхід може бути використаний для цифрових платформ управління міською інфраструктурою при впровадженні концепцій **Smart City**.

ЛІТЕРАТУРА

1. Molodozhon, Y. M., Sytnikov, V. S., & Vodichev, V. A. (2025). Models and methods of operational control and remote monitoring of mobile platforms. *Electrotechnic and Computer Systems*. <https://doi.org/10.15276/eltecs.44.120.2025.4>
2. Toth, P., & Vigo, D. (2014). *Vehicle routing: Problems, methods, and applications*. SIAM. <https://doi.org/10.1137/1.9781611973594>
3. Zheng, Y. (2015). Trajectory data mining: An overview. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 6(3). <https://doi.org/10.1145/2743025>
4. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>

УДК 004.42; 004:67

Владислав НЕДУЖКО,
студент гр. БІП2-22, факультет інженерії та
інформаційних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну

Тетяна ДЕМКІВСЬКА,
*кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та
комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІЗУАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРА ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСІВ ІЗ ФУНКЦІЄЮ АВТОМАТИЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ КОДУ

Сучасний етап розвитку веб-технологій характеризується постійним зростанням вимог до швидкості та якості розробки користувацьких інтерфейсів (UI). Традиційний цикл розробки, що передбачає створення графічних макетів у спеціалізованих редакторах з наступною ручною версткою, часто стає "вузьким місцем" у процесі виведення програмних продуктів на ринок. Це зумовлює актуальність розробки візуальних конструкторів, які поєднують у собі можливості графічного редагування та автоматизованої трансляції візуальних рішень у семантично коректний програмний код.

Проектування візуального конструктора класів No-code/Low-code базується на необхідності вирішення складної інженерної задачі: створенні безшовного містка між візуальною абстракцією та технічною реалізацією [1]. Основним завданням такої системи є надання користувачу інструментарію для маніпуляцій об'єктами на інтерактивному полотні за допомогою механіки Drag-and-Drop, при цьому паралельно формуючи внутрішню структуру даних, що описує ієрархію та властивості елементів.

Архітектурною основою розроблюваного програмного рішення є модель представлення веб-документів у вигляді об'єктного дерева (DOM). Проте, на відміну від статичних веб-сторінок, візуальний конструктор оперує динамічним абстрактним синтаксичним деревом (AST), де кожен вузол відповідає за конкретний компонент інтерфейсу. Важливою частиною дослідження є розробка алгоритмів, що забезпечують коректне обчислення просторового розміщення елементів та їхніх стилістичних властивостей (CSS) у режимі реального часу. На відміну від застарілих рішень, що базувалися на абсолютному позиціонуванні, сучасний конструктор має орієнтуватися на генерацію адаптивної верстки, використовуючи алгоритми побудови Flexbox та Grid-структур [2]. Це дозволяє створювати інтерфейси, що коректно відображаються на пристроях із різною роздільною здатністю екрана, що є критично важливим для сучасного UX.

Окремим функціональним блоком системи виступає модуль інтелектуальної допомоги користувачу. В межах даного дослідження акцент робиться на автоматизації підбору колірних палітр та генерації графічного

контенту [3]. Алгоритм підбору колірних рішень базується на математичних моделях гармонії кольорів, що дозволяє системі пропонувати естетично збалансовані схеми на основі обраного базового кольору або тематики ресурсу. Алгоритм підбору палітри базується на геометричному зсуві в колірному росторі HSL. Для базового вектора $C_0 = (H_{H_0}, S_0, L_0)$ кожен i -й колір обчислюється як $H_{H_i} = (H_{H_0} + \Delta \theta \theta * i) \bmod 360$, де $\Delta \theta \theta$ – фіксований кут гармонії (180° для комплементарної, 120° для тріадної схеми). Параметри S_i та L_i динамічно коригуються для відповідності стандартам контрасту WCAG.

Для вирішення проблеми відсутності контенту на етапі прототипування передбачено інтеграцію модулів генеративного штучного інтелекту. Зокрема, використання технології Pollinations.ai дозволяє асинхронно генерувати унікальні зображення-плейхолдери за текстовим запитом користувача, що значно пришвидшує процес наповнення макета та візуалізації кінцевого дизайну [4].

Програмна реалізація такого конструктора вимагає використання сучасного технологічного стека, зокрема бібліотеки React для побудови реактивного інтерфейсу та спеціалізованих фреймворків для управління станом (Zustand або Craft.js). Такий підхід забезпечує високу продуктивність рендерингу робочої області навіть при значній кількості об'єктів на полотні. Кінцевим етапом роботи конструктора є модуль експорту, який парсить внутрішній стан системи та формує чистий zip-архів із валідними HTML-файлами та оптимізованими CSS-стилями.

Таким чином, розробка візуального конструктора UI/UX інтерфейсів дозволяє суттєво оптимізувати процес веб-розробки, роблячи його доступним для користувачів без глибоких знань програмування, але при цьому забезпечуючи високу технічну якість вихідного продукту. Поєднання алгоритмічних методів верстки та сучасних засобів генерації контенту створює ефективне середовище для швидкого та якісного прототипування сучасних веб-застосунків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Algorithms in Low-Code-No-Code for Research Applications: A Practical Review. URL: <https://www.mdpi.com/1999-4893/16/2/108> (date of access: 10.04.2026).
2. World Wide Web Consortium (W3C). CSS Flexible Box Layout Module Level 1. W3C Candidate Recommendation Draft. 2023. URL: <https://www.w3.org/TR/css-flexbox-1/> (date of access: 10.04.2026).
3. Color Palette Generation Algorithms: A Deep Dive into HSL-Based Color Theory. URL: <https://dev.to/linmingren/color-palette-generation-algorithms-a-deep-dive-into-hsl-based-color-theory-p1d> (date of access: 10.04.2026).

4. Pollinations.ai API Documentation. Generative AI for Visual Content Integration. 2024. URL: <https://pollinations.ai/docs> (date of access: 10.04.2026).

УДК 004.031

Оксана ОГНЄВА,
*к.т.н., доцент, завідувач кафедри програмних засобів і технологій,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*
Олександр КОРНІЄНКО,
*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 121
«Інженерія програмного забезпечення»,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ПРОГРАМУВАННЯ НА PYTHON

По своїй суті енергоефективність - раціональне використання енергетичних ресурсів, спрямоване на отримання максимальної корисної роботи при мінімальних енергетичних витратах [1]. Попит на енергоефективні обчислювальні системи ніколи не був таким значущим, як зараз, з огляду на зростання використання програмного забезпечення в різних секторах [4]. Python - популярна мова програмування, відома своєю простотою навчання та великою кількістю бібліотек. Енергоефективність у контексті Python полягає у виборі оптимальних алгоритмів, структур даних та бібліотек, що забезпечують виконання задачі з найменшими енергетичними витратами, однак існує занепокоєння щодо співвідношення продуктивності та енергоспоживання при програмуванні на Python.

Зростання використання програмних застосунків призвело до значного збільшення попиту на енергію, особливо в дата-центрах та ІТ-інфраструктурах. Оскільки прогнозується, що глобальне споживання енергії перевищить її виробництво вже до 2030 року, оптимізація енергоспоживання під час програмування стала надзвичайно важливою [4]. В роботі [3] порівнюється 27 мов за часом виконання, пам'яттю та енергоспоживанням на 10 алгоритмах з Computer Language Benchmarks Game. Python посідає одне з останніх місць - споживає приблизно 75 разів більше енергії, ніж C, і за висновком - є одним з найменш енергоефективних інтерпретованих мов. В дослідженні [4] також підтверджується, що Python є найменш енергоефективною мовою програмування. Інші дослідження [2] доводять що більшість коду на Python вимагає інтенсивних обчислень через бібліотеки C, а не безпосередньо через Python та інші особливості. Дослідження [4] показує енергоефективність різних

шаблонів і технік кодування в Python з метою спрямувати програмістів до більш усвідомлених та енергоощадних практик програмування. Основні результати дослідження [4] включають переваги використання ефективних структур даних та користь динамічного програмування в певних сценаріях.

Ефективні практики програмування на Python можуть суттєво зменшити енергоспоживання програмного забезпечення. Спеціалістами пропонується мінімізувати непотрібні обчислення, обирати ефективні алгоритми (структури або бібліотеки) та тестувати енергоспоживання; для невеликих обчислень на одному комп'ютері ПК є енергоефективнішим за хмарний сервіс Google Colab (через мережеві затримки та накладні витрати), але хмарні обчислення перспективні для глобального використання (масштабні задачі, розподілені системи) [4].

Висновки. Впровадження енергоефективних рішень скорочує витрати на енергоресурси, зменшує викиди CO₂ та покращує екологічну ситуацію. Python – одна з найпопулярніших мов програмування завдяки своїм ключовим перевагам. У контексті енергоефективності Python поступається C/C++, але компенсує це простотою оптимізації та бібліотеками, які наближають продуктивність до нативного коду. Для певного проєкту розробник сам вибирає, яким програмним інструментарієм краще користуватися. Для конкретного проєкту розробник самостійно обирає оптимальний програмний інструментарій. На сьогодні оптимізація коду з точки зору енергоспоживання є необхідною вимогою. Ефективні практики енергоефективних програмних рішень надихають на впровадження стійких практик розробки програмного забезпечення, сприяючи створенню більш екологічної індустрії обчислень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Енергоефективність та енергозбереження (2022). URL: <https://european.ua/news/energoefektivnist-ta-energozberezhennja/>
2. Green-Coding.io (2024). Energy Efficiency of programming languages – Revisiting Python in 2024. URL: <https://www.green-coding.io/case-studies/energy-efficiency-python/>
3. Pereira R., Couto M., Ribeiro F., Rua R., Cunha J., Fernandes J., Saraiva J. (2021). Ranking programming languages by energy efficiency. Science of Computer Programming. 205. 102609. 10.1016/j.scico.2021.102609.
4. Stoico V., Dragomir A., Lago P. (2025). An Empirical Study on the Performance and Energy Usage of Compiled Python Code. 10.48550/arXiv.2505.02346.

УДК 004.8

Оксана ОГНЄВА,
*к.т.н., доцент, завідувач кафедри програмних засобів і технологій,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*
Єлизавета РИНДЕНКО,
*здобувач першого (бакалаврського рівня вищої освіти спеціальності 121
«Інженерія програмного забезпечення»,
Херсонський національний технічний університет,
м.Хмельницький, Україна*

МЕТОДИ КОНТРОЛЬОВАНОГО РЕДАГУВАННЯ ТЕКСТІВ ВЕЛИКИМИ МОДЕЛЯМИ

У сучасному світі, коли технології штучного інтелекту (ШІ), зокрема великі мовні моделі (LLM), активно розвиваються, робота з текстовими даними стає простішою, а перспективи їх використання у цій сфері тільки розширюються. Наразі LLM досить успішно справляються з задачами обробки природної мови, зокрема генерацією різних текстів. Однак використання цих моделей для редагування вже існуючих художніх творів залишається проблематичним і стикається з низкою обмежень, зумовлених особливостями їх функціонування.

Таким чином, виникає потреба в розробці методології до формування запитів (prompt engineering), які враховують специфіку редагування, зокрема поєднання жорстких обмежень (заборони на зміну сюжету, імен, тональності, структури) та гнучких вимог (збереження стилю), а також забезпечують чітко визначений формат відповіді та контроль обсягу оброблюваного тексту. Такий підхід дозволить розглядати LLM не як інструмент генерації, а як засіб контрольованого редагування тексту [3].

Існуючі методи prompt engineering (англійський шаблон, role-prompting, negative instructions, structured output, hard/soft control) є глибоко дослідженими та технічно обґрунтованими. Однак майже всі вони орієнтовані на генерацію тексту з нуля (creative writing, DOC тощо). Системних досліджень, присвячених саме редагуванню вже існуючих художніх текстів з обов'язковим збереженням авторського стилю, практично немає. Саме тому ці підходи потребують адаптації, оскільки така задача передбачає не створення нового контенту, а контрольовану модифікацію вже існуючого із збереженням авторського стилю та змісту [1, 4-5].



Редагування художнього тексту потребує делікатної та контрольованої роботи зі зміною його контенту з обов'язковим збереженням авторського стилю, сюжету та емоційного тону. Саме тому пропонується спеціалізована методологія контрольованого редагування, що базується на поєднанні ітеративного опрацювання тексту та багаторівневої структури запиту.

Ця методологія спроектована виключно для роботи з художньою прозою (романами, оповіданнями, новелами тощо), яка, на відміну від поезії, де форма тексту з його ритмом і римою жорсткою основою твору, дозволяє легко та гнучко застосовувати методи автоматизованого редагування без ризику руйнування художньої структури при правильному налаштуванні інструментів.

Для досягнення відтворюваності та стабільності результатів (адже навіть мінімальна зміна формулювання може суттєво вплинути на відповідь) передбачається використання заздалегідь підготованих шаблонів, кожен з яких складається з універсальної (фіксованої) частини та змінної, що буде адаптуватися під конкретну задачу редагування. Такий внутрішній поділ дозволяє автору чи розробнику створити свою бібліотеку шаблонів (наприклад, «граматика та пунктуація», «спрощення структури», «усунення логічних проблем» тощо) та застосовувати однаковий запит до всіх текстових фрагментів твору.

Для формулювання інструкцій у шаблонах рекомендується використання англійської мови (cross-lingual prompting), що обумовлено суттєвим переважанням англійськомовних даних у масивах попереднього навчання LLM. Саме такий підхід має забезпечити значно вищу точність і стабільність виконання директив порівняно з інструкціями іншими мовами, де можливе виникнення помилок перекладу та семантики. Сам же текст для редагування залишається мовою оригіналу. Таке розмежування дозволить моделі чітко розділити директиву виконання та художній контент [1-2, 4-5].

Директива виконання повинна включати:

1. Role-prompting (надання ролі) – призначення моделі персони «досвідченого літературного редактора», що активує відповідні лінгвістичні патерни, орієнтовані на роботу з художнім текстом (наприклад, «You are a professional literary editor with 20 years of experience in editing prose»).

2. Negative instructions (жорсткі заборони) – чіткий перелік обмежень (наприклад, «don't change the plot», «don't change the characters», «don't add your own descriptions» тощо), що суворо обмежує «волю» LLM та запобігає несанкціонованій генерації контенту.

3. Soft control (м'який контроль) – вказівки щодо збереження унікального авторського голосу, настрою та емоційного забарвлення (наприклад, «Preserve the original author's voice, rhythm, unique linguistic features

and emotional tone as much as possible», «Keep the author's individuality intact» тощо).

4. Hard control (функціональне завдання) – точний опис необхідного типу редагування (наприклад, «Fix grammar, punctuation and spelling errors», «Simplify sentence structure for better readability without losing style» тощо).

Завершальним етапом розглядаємої методології є формалізація відповіді у форматі JSON, що дозволить повністю відокремити відредагований текст від будь-якого «дружнього» супроводу моделі. Рекомендована структура вихідного об'єкта включає такі поля:

- edited_text – фінальна відредагована версія фрагмента;
- notes – поле для технічних приміток або зауважень моделі щодо складних моментів (заповнюється лише за необхідності);
- detected_language_code – опціональне поле для верифікації мовного середовища та валідації автоматизованої обробки.

У контексті запиту ця вимога формулюється так:

```
Return a valid JSON object with the following structure only:
{
  "edited_text": "the final edited version of the provided text",
  "notes": "short notes only if there are critical issues that require author's
attention (otherwise null)"
}
```

На основі вищезазначеного, загальний алгоритм автоматизованого редагування художнього твору такий:

1. Розбити текст на фрагменти довжиною 2000-3500 символів.
2. Вибрати відповідний шаблон з бібліотеки.
3. Підставити фрагмент тексту в змінну частину.
4. Надіслати запит моделі.
5. Отримати відповідь у форматі JSON.
6. Витягнути відредагований текст з поля «edited_text».
7. Інтегрувати опрацьований фрагмент назад у загальну структуру тексту.
8. За наявності значень у полі «notes» – необхідно розглянути проблему вручну.

Розглянута методологія поєднує найкращі практики існуючого prompt engineering й адаптує їх під специфіку редагування художньої прози, що дозволяє перетворити LLM на надійний, контрольований та допоміжний інструмент допомоги.

Для демонстрації ефективності роботи запропонованої методології було обрано фрагмент оригінальної художньої прози українською мовою (2 абзаци,

997 символів, 137 слів), який характеризується наявністю авторської пунктуації та специфічного емоційного забарвлення. Цей фрагмент спочатку оброблено за допомогою базового запиту у моделі GPT-5.3, а потім – за повним структурованим шаблоном, побудованим відповідно до описаної методології. Обидва експерименти проведено на одному й тому самому фрагменті для об'єктивного порівняння.

Для порівняння було побудовано структурований запит за запропонованою методологією. Отримані результати чітко підтверджують ефективність запропонованої методології побудови структурованого запиту як надійного інструменту контрольованого редагування художньої прози.

Висновки. Запропонована методологія побудови структурованих запитів до великих мовних моделей для контрольованого редагування художньої прози ефективно вирішує ключові проблеми: дозволяє мінімізувати прояви когнітивної інерції, уникнути небажаних змін змісту та «дружньої» поведінки, а також забезпечити збереження авторського стилю. Проведена демонстрація на реальному фрагменті показала, що простий запит призводить до непотрібних змін і втрати авторського голосу, тоді як структурований запит забезпечує мінімальні точкові правки без порушення сюжету, тону чи індивідуального стилю автора. Це доводить, що використання ШІ для редагування художніх текстів є доцільним і безпечним, якщо модель жорстко обмежена в правах і змушена працювати виключно в межах авторського бачення. Структурована відповідь усуває зайвий супровід і відкриває можливість легкої інтеграції результатів у платформи для письменників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chen B. et al. (2025). Unleashing the potential of prompt engineering for large language models. arXiv: 2310.14735v6. URL: <https://arxiv.org/pdf/2310.14735>
2. Elnashar A., White J., Schmidt, D. C. (2025). Prompt engineering for structured data: a comparative evaluation of styles and LLM performance. URL: [https://www.cs.wm.edu/~dcschmidt/PDF/Optimizing Prompt Styles for Structured Data Generation in LLM.pdf](https://www.cs.wm.edu/~dcschmidt/PDF/Optimizing_Prompt_Styles_for_Structured_Data_Generation_in_LLM.pdf)
3. Liang X. et al. (2024). Controllable Text Generation for Large Language Models: A Survey. arXiv:2408.12599v1. URL: <https://arxiv.org/pdf/2408.12599>
4. Schulhoff S. et al. (2025). The Prompt Report: A Systematic Survey of Prompt Engineering Techniques. arXiv:2406.06608v6. URL: <https://arxiv.org/pdf/2406.06608>
5. Ye J. et al. (2025). Structured Outputs in Prompt Engineering: Enhancing LLM Adaptability on Counterintuitive URL: <https://aclanthology.org/2025.wasp-main.13.pdf>

УДК: 004.942:004.4'2:378

*Катерина ПАЛАГУТА,
канд. екон. наук, доцент,
кафедра інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Державний торговельно-економічний університет, місто Київ*

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ОСВІТНІ ЕКОСИСТЕМИ: ТРАНСФОРМАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ ЗАСОБАМИ ШІ

У сучасному інформаційному суспільстві система освіти зазнає суттєвих трансформацій під впливом цифровізації, розвитку мережових технологій та широкого впровадження штучного інтелекту. Освітні платформи, які спочатку виконували переважно функції електронного доступу до навчальних матеріалів, поступово еволюціонують у складні інтегровані середовища взаємодії, що забезпечують підтримку навчальної діяльності, управління освітнім процесом, аналітику навчальних результатів та персоналізацію навчання. У цьому контексті формується нова концепція організації освітнього середовища — інтелектуальні освітні екосистеми, які поєднують цифрові платформи, аналітичні інструменти, сервіси штучного інтелекту, хмарні технології та соціальні механізми взаємодії учасників освітнього процесу.

Актуальність дослідження інтелектуальних освітніх екосистем зумовлена зростанням обсягів освітніх даних, необхідністю адаптації навчального процесу до індивідуальних потреб здобувачів освіти та підвищенням вимог до ефективності освітніх платформ. Традиційні системи дистанційного навчання, такі як Moodle, Blackboard або Canvas, здебільшого реалізують функції управління курсами, зберігання навчального контенту та організації комунікації між викладачем і студентами. Проте сучасні освітні процеси потребують більш складних механізмів підтримки прийняття педагогічних рішень, автоматизованого аналізу навчальної діяльності, адаптації освітнього контенту та прогнозування результатів навчання. Саме тому інтеграція методів штучного інтелекту у структуру освітніх платформ стає одним із ключових напрямів розвитку цифрової освіти.

Інтелектуальна освітня екосистема може розглядатися як комплексна інформаційна система, що об'єднує навчальні ресурси, користувачів, аналітичні модулі та алгоритми штучного інтелекту у єдине інтегроване середовище. На відміну від традиційних освітніх платформ, така екосистема функціонує не лише як інструмент доставки навчального контенту, а як адаптивна система підтримки навчання, здатна аналізувати поведінку користувачів, моделювати

освітні траєкторії та автоматично генерувати рекомендації щодо організації навчального процесу. У межах такої системи навчальні дані стають ключовим ресурсом, а аналітичні алгоритми забезпечують їх інтерпретацію для підвищення ефективності навчання.

Однією з ключових характеристик інтелектуальних освітніх екосистем є персоналізація навчання. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє аналізувати індивідуальні особливості навчальної діяльності здобувачів освіти, визначати їх рівень підготовки, темп засвоєння матеріалу, типові помилки та навчальні стилі. На основі цих даних система може адаптувати структуру курсу, складність завдань, порядок вивчення тем і форму подання навчального матеріалу. Таким чином формується індивідуальна освітня траєкторія, що забезпечує більш ефективне засвоєння знань та підвищує мотивацію до навчання.

Важливим елементом інтелектуальних освітніх платформ є застосування технологій освітньої аналітики (Learning Analytics). Ці технології дозволяють збирати та аналізувати великі масиви даних про навчальну активність студентів, зокрема результати тестування, частоту взаємодії з навчальними матеріалами, участь у форумах, виконання практичних завдань та інші показники навчальної діяльності. Аналіз таких даних дає можливість виявляти закономірності навчального процесу, оцінювати ефективність освітніх ресурсів та прогнозувати академічну успішність студентів. Для викладачів це створює можливість отримання обґрунтованих рекомендацій щодо вдосконалення методів викладання, оптимізації структури курсу та своєчасного виявлення студентів, які потребують додаткової підтримки.

Інтеграція штучного інтелекту в освітні платформи також сприяє розвитку інтелектуальних навчальних агентів та віртуальних асистентів. Такі системи можуть виконувати функції консультантів, які допомагають студентам орієнтуватися у навчальному матеріалі, відповідати на типові запитання, пояснювати складні теми та надавати рекомендації щодо подальшого навчання. Використання чат-ботів на основі сучасних мовних моделей значно розширює можливості автоматизованої підтримки навчального процесу, оскільки вони здатні взаємодіяти з користувачами у природній мовній формі та адаптувати відповіді до контексту запиту.

Ще одним важливим напрямом розвитку інтелектуальних освітніх екосистем є автоматизація оцінювання результатів навчання. Системи штучного інтелекту можуть використовуватися для перевірки тестових завдань, аналізу програмного коду, оцінювання есе та інших видів навчальних робіт. Це дозволяє значно зменшити навантаження на викладачів та забезпечити оперативний зворотний зв'язок для студентів. Крім того, застосування

алгоритмів обробки природної мови дає можливість аналізувати зміст текстових відповідей та визначати рівень розуміння навчального матеріалу.

Важливою характеристикою інтелектуальних освітніх екосистем є їх мережевий та інтеграційний характер. Такі системи не обмежуються межами окремої платформи, а формують складні цифрові середовища, що інтегрують різноманітні освітні сервіси, бази даних, хмарні інструменти та зовнішні освітні ресурси. У межах екосистемного підходу освітня платформа виступає центральним вузлом взаємодії між різними компонентами цифрової освіти: системами управління навчанням, бібліотеками цифрових ресурсів, платформами масових відкритих онлайн-курсів, системами відеоконференцій, сервісами аналітики та іншими інформаційними системами.

Застосування екосистемного підходу до організації освітніх платформ сприяє підвищенню гнучкості та масштабованості освітнього середовища. Завдяки використанню мікросервісної архітектури, хмарних технологій та відкритих програмних інтерфейсів (API) різні компоненти освітньої системи можуть взаємодіяти між собою та доповнювати функціональні можливості один одного. Це створює передумови для формування відкритих освітніх середовищ, у яких різні освітні інституції, розробники програмного забезпечення та провайдери освітнього контенту можуть спільно розвивати інноваційні цифрові сервіси.

Разом з тим розвиток інтелектуальних освітніх екосистем пов'язаний з низкою викликів та ризиків. Одним із ключових питань є забезпечення етичного та відповідального використання технологій штучного інтелекту в освіті. Застосування алгоритмів машинного навчання потребує ретельного контролю якості навчальних даних, прозорості алгоритмічних рішень та запобігання можливим упередженням у процесі автоматизованого аналізу навчальної діяльності. Крім того, важливими аспектами є забезпечення конфіденційності персональних даних здобувачів освіти, дотримання принципів академічної доброчесності та збереження ролі викладача як ключового суб'єкта освітнього процесу.

В умовах швидкого розвитку технологій штучного інтелекту роль викладача трансформується від традиційної моделі передачі знань до функцій наставника, фасилітатора навчального процесу та організатора освітнього середовища. Інтелектуальні системи можуть виконувати частину рутинних завдань, пов'язаних із перевіркою робіт, аналізом навчальної активності або формуванням рекомендацій, однак стратегічні педагогічні рішення, формування критичного мислення та розвиток творчих здібностей студентів залишаються пріоритетною сферою діяльності людини.

Таким чином, інтеграція технологій штучного інтелекту в освітні платформи сприяє формуванню нової парадигми організації цифрової освіти, у

межах якої навчальні системи трансформуються у комплексні інтелектуальні екосистеми. Такі екосистеми забезпечують адаптивність, персоналізацію, аналітичну підтримку та інтеграцію різних освітніх сервісів, що дозволяє підвищити ефективність навчального процесу та створити більш гнучке освітнє середовище. Подальший розвиток інтелектуальних освітніх екосистем пов'язаний із вдосконаленням алгоритмів штучного інтелекту, розширенням можливостей освітньої аналітики, інтеграцією різних цифрових платформ та формуванням нових моделей взаємодії між учасниками освітнього процесу. Реалізація таких підходів відкриває перспективи створення інноваційних освітніх середовищ, здатних забезпечити підготовку фахівців для цифрової економіки та інформаційного суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гриценчук О. Використання штучного інтелекту в освіті: тенденції та перспективи в Україні та за кордоном (2024). Цифрова бібліотека НАПН України. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743864/1/123-Article%20Text-371-1-10-20241129%203.pdf>
2. Спірін О.М., Ляшенко О.І., Литвинова С.Г., Мальований Ю.І., Пінчук О.П., Соколюк О.М. Digital transformation of education: artificial intelligence in the modern educational space: scientific and analytical report (2025). ІЦО НАПН України. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/747330/>
3. Никоненко А.О. Вплив штучного інтелекту на сучасну освіту: перспективи та виклики (2023). Журнал Artificial Intelligence. URL: <https://jai.in.ua/archive/2023/2023-2-1.pdf>
4. Hul T., Matviichuk N., Hodzhal S. Integration of AI into Learning and Education: A Comparative Analysis of European and Ukrainian Experiences (2025). Journal of Learning for Development. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1489577.pdf>

УДК 004.415.53

Ярослав ПРИСЯЖНИЙ

аспірант кафедри комп'ютерних наук

Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

МЕТОДИ ПРІОРИТИЗАЦІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕГРЕСІЙНИХ НАБОРІВ У БЕЗПЕРЕРВНІЙ ІНТЕГРАЦІЇ

Вступ. В умовах сучасної розробки програмного забезпечення безперервна інтеграція (CI — Continuous Integration) стала невід'ємною

частиною процесу доставки якісного продукту. Центральним елементом СІ-пайплайну є регресійне тестування — процес перевірки того, що нові зміни у коді не порушили раніше працюючий функціонал. Проте зі зростанням обсягу кодової бази та кількості тестів виникає критична проблема: повне виконання регресійного набору потребує значного часу, що суперечить принципу швидкого зворотного зв'язку в СІ. Саме тому питання пріоритизації та оптимізації регресійних тест-наборів набуває особливої актуальності як у наукових дослідженнях, так і в промисловій практиці.

Метою даної роботи є аналіз існуючих методів пріоритизації та оптимізації регресійних тест-наборів, систематизація підходів та визначення найбільш ефективних стратегій для застосування в середовищах безперервної інтеграції.

1. Проблематика регресійного тестування у СІ.

Регресійне тестування в СІ-середовищах характеризується специфічними обмеженнями. По-перше, кожен коміт або pull request ініціює запуск тестів, що означає сотні і тисячі виконань на день у великих проєктах. По-друге, час очікування результатів безпосередньо впливає на продуктивність команди — тривалий цикл зворотного зв'язку знижує ефективність розробки. За даними досліджень, у великих промислових системах повний регресійний набір може виконуватися годинами, тоді як СІ вимагає результатів за хвилини.

Виділяють три основних підходи до вирішення цієї проблеми:

- відбір тестів (Test Selection) — виконання лише підмножини тестів, релевантних до змін;
- пріоритизація тестів (Test Prioritization) — впорядкування тестів для якомога ранішого виявлення дефектів;
- мінімізація тест-набору (Test Suite Minimization) — видалення надлишкових тестів без втрати покриття.

2. Методи пріоритизації регресійних тестів.

Пріоритизація тестів передбачає впорядкування тестових випадків таким чином, щоб тести з найвищою ймовірністю виявлення дефектів виконувалися першими. Розрізняють такі підходи:

2.1. Методи на основі покриття коду. Найпоширенішими є методи, засновані на покритті коду (code coverage-based prioritization). Тести, що покривають нещодавно змінені рядки коду, отримують вищий пріоритет. Методика Total Branch Coverage Prioritization впорядковує тести за максимальним покриттям гілок, а Additional Branch Coverage — ітеративно обирає тест із найбільшим додатковим покриттям на кожному кроці.

2.2. Методи на основі історії виконань. Підходи, засновані на аналізі histórico виконань (history-based methods), враховують статистику минулих запусків: частоту провалів, час виконання, кількість виявлених дефектів.

ROCKET (Regression Order based on Code Knowledge, Execution history, and Time) є прикладом гібридного методу, що поєднує інформацію про зміни в коді та попередні результати тестів.

2.3. Методи машинного навчання.

З розвитком штучного інтелекту активно досліджуються ML-підходи до пріоритизації. Зокрема, алгоритми навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning) дозволяють адаптивно будувати стратегію пріоритизації в режимі реального часу. Підхід RETECS (Reinforcement Learning for Test Case Selection) демонструє здатність до автоматичного навчання оптимальної стратегії без попередньої розмітки даних. Методи на основі Random Forest та градієнтного бустингу (XGBoost) успішно застосовуються для передбачення ймовірності провалу тесту на основі метрик коду та контексту змін.

3. Методи відбору та мінімізації тест-наборів.

3.1. Відбір тестів на основі аналізу змін. Методи відбору тестів (Regression Test Selection, RTS) спрямовані на ідентифікацію підмножини тестів, що потенційно зачіпаються поточними змінами у коді. Підхід на основі графа залежностей (dependency graph analysis) аналізує зв'язки між модулями системи та тестами, що їх покривають. Інструменти на зразок Pytest-Testmon для Python або Jest з вбудованим --onlyChanged для JavaScript реалізують цей принцип на практиці.

3.2. Fuzzy-відбір та імовірнісні методи. Ймовірнісний відбір тестів дозволяє знаходити баланс між швидкістю та повнотою перевірки. Методи на базі нечіткої логіки (fuzzy logic) враховують ступінь залежності між змінами та тестами, що є більш гнучким, ніж бінарне рішення «виконувати/не виконувати».

3.3. Мінімізація на основі аналізу покриття. Мінімізація тест-набору передбачає виявлення та видалення тестів, чиє покриття цілком сумується з іншими тестами. Хоча цей підхід зменшує розмір набору, він несе ризик втрати fault detection здатності, тому на практиці рекомендується поєднувати його з пріоритизацією.

4. Порівняльний аналіз підходів

Таблиця 1.

Метод	Складність	Швидкість виявлення дефектів	Вплив на покриття
На основі покриття коду	Середня	Висока	Мінімальний
На основі історії	Низька	Висока	Відсутній

Продовження таблиці 1.

ML/RL-підходи	Висока	Дуже висока	Залежить від моделі
RTS (Відбір за змінами)	Середня	Середня	Можливе зниження
Мінімізація набору	Висока	Середня	Значне зниження

Аналіз показує, що жоден з методів не є універсальним. Найефективнішою стратегією є гібридний підхід: комбінація відбору тестів на основі змін коду з наступною пріоритизацією на базі ML-моделі, навченої на історії виконань.

5. Практичне застосування у CI-пайплайнах.

На практиці реалізація оптимізованого регресійного тестування в CI передбачає такі кроки:

1. Інтеграція аналізу змін коду (diff analysis) на рівні CI-агента;
2. Відображення змінених модулів на відповідні тестові випадки через матрицю покриття;
3. Застосування ML-моделі для ранжування відібраних тестів;
4. Виконання пріоритизованої підмножини в основному пайплайні;
5. Асинхронне виконання повного набору тестів у нічних збірках.

Такий підхід дозволяє скоротити час виконання тестів у CI на 40–70% при збереженні рівня виявлення дефектів, близького до повного набору.

Висновки. У роботі систематизовано методи пріоритизації та оптимізації регресійних тест-наборів у контексті безперервної інтеграції. Показано, що сучасні підходи еволюціонують від детерміністичних методів на основі покриття коду до адаптивних ML-стратегій. Гібридні підходи, що поєднують RTS і пріоритизацію на базі машинного навчання, забезпечують найкращий баланс між швидкістю зворотного зв'язку та якістю тестування. Перспективним напрямом подальших досліджень є розробка самонавчальних систем пріоритизації, що адаптуються до специфіки конкретного проєкту в режимі реального часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rothermel G., Harrold M. J. A Safe, Efficient Regression Test Selection Technique // ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. – 1997. – Vol. 6, No. 2. – P. 173–210.

2. Luo Q. et al. An Empirical Analysis of Flaky Tests // Proceedings of the 22nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering. – 2014. – P. 643–653.

3. Spieker H. et al. Reinforcement Learning for Automatic Test Case Prioritization and Selection in Continuous Integration // Proceedings of the 26th ACM SIGSOFT International Symposium on Software Testing and Analysis. – 2017. – P. 12–22.

4. Bertolino A. Software Testing Research: Achievements, Challenges, Dreams // Future of Software Engineering. IEEE Computer Society. – 2007. – P. 85–103.

5. Elbaum S., Malishevsky A., Rothermel G. Test Case Prioritization: A Family of Empirical Studies // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2002. – Vol. 28, No. 2. – P. 159–182.

6. Yoo S., Harman M. Regression Testing Minimization, Selection and Prioritization: A Survey // Software Testing, Verification and Reliability. – 2012. – Vol. 22, No. 2. – P. 67–120.

УДК 004.77

Андрій РУССКИЙ

*студент 4 курсу спеціальності «Комп'ютерні науки»,
Херсонський національний технічний університет*

Світлана МОІСЄЄНКО

кандидат технічних наук,

доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук

Наталія КОРНІЛОВСЬКА

кандидат технічних наук,

доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕБ-КОНТЕНТОМ НА БАЗІ DJANGO ТА WAGTAIL

Сучасні веб-ресурси освітніх, державних і громадських установ виконують одночасно інформаційну, комунікаційну та організаційну функції, тому потребують регулярного оновлення контенту, зручного адміністрування та чіткої організації структури даних. На практиці підтримка таких ресурсів нерідко ускладнюється тим, що типові CMS або є надмірно шаблонними й погано адаптуються до специфічних потреб установи, або потребують великої кількості доопрацювань, які з часом ускладнюють супровід системи. Наслідком цього стає зниження швидкості оновлення матеріалів, ускладнення керування правами доступу, зростання складності редакційних процесів і обмеження подальшого масштабування ресурсу [1; 2].

Метою роботи є обґрунтування, проєктування та апробація підходу до створення модульної системи керування веб-контентом на базі Django та Wagtail. Така постановка мети поєднує теоретичний і прикладний аспекти дослідження та відображає науково-практичний характер роботи. Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

1. Проаналізувати підходи до керування контентом і обмеження типових CMS;
2. Сформулювати вимоги до модульної архітектури; описати ключові сутності предметної області та їх зв'язки;
3. Спроектувати модульну структуру системи та канали інтеграції;
4. Обґрунтувати вибір технологічної основи реалізації й цільової системи керування базами даних; продемонструвати практичну реалізацію окремих модулів у межах прототипу системи.

Як технологічну основу обрано Django як фреймворк серверної логіки та Wagtail як CMS-рівень, що надає редакторам зручний адміністративний інтерфейс і водночас дозволяє реалізовувати контент як розширювані Django-моделі [1; 3]. Вибір Django зумовлений його зрілістю, наявністю вбудованих механізмів маршрутизації, міграцій, моделі користувачів та інструментів розмежування доступу [2; 4; 5]. Використання Wagtail є доцільним завдяки тому, що ця система поєднує зручність роботи редактора з гнучкістю програмної реалізації [6]. На відміну від багатьох популярних CMS загального призначення, підхід на основі Django та Wagtail забезпечує кращі можливості адаптації системи до специфічних процесів установи, що робить його обґрунтованим як з технічного, так і з науково-практичного погляду [6; 7; 8].

Архітектурно система розглядається як багаторівнева. На рівні представлення реалізуються шаблони та механізми візуалізації контенту. На рівні прикладної логіки зосереджуються правила публікації, бізнес-обмеження, механізми доступу та редакційні процеси. На рівні даних визначаються моделі, схеми зберігання контенту, документів, медіафайлів і службової інформації [1; 4]. У межах Wagtail керування контентом організоване на основі ієрархічної моделі сторінок, що забезпечує наочне структурування ресурсу та спрощує адміністрування сайту для користувачів без глибокої технічної підготовки [6; 7].

Ключовим інструментом модульності є компонентний підхід до побудови сторінок. Складні сторінки формуються з повторно використовуваних елементів, що дозволяє уніфікувати структуру матеріалів і пришвидшити наповнення ресурсу. У Wagtail така концепція реалізується через механізми побудови гнучкого контенту, коли сторінка не є жорстко фіксованою формою, а складається з набору блоків відповідно до визначених правил [7; 8; 9]. Це забезпечує баланс між свободою редактора та контрольованою структурою

даних, що є важливою вимогою для інформаційних систем освітнього спрямування.

Практична реалізація підходу може бути продемонстрована на прикладі прототипу веб-ресурсу, в якому виділено щонайменше кілька окремих модулів, зокрема модуль керування сторінками, модуль роботи з документами, модуль керування медіафайлами, модуль розмежування доступу та модуль редакційної взаємодії. Подібна організація системи спрощує супровід, дозволяє розвивати окремі частини ресурсу незалежно одна від одної та зменшує ризик порушення роботи ядра під час розширення функціональності [4; 6].

Для забезпечення масштабованості та можливості інтеграції із зовнішніми сервісами доцільно передбачити використання API. Це дозволяє організувати обмін даними між системою керування контентом і зовнішніми веб-сервісами без дублювання логіки та без зміни ядра системи [1; 5]. Окремим практично значущим напрямом є реалізація зовнішньої автентифікації користувачів через Google OAuth 2.0 / OpenID Connect, що підвищує зручність користування системою та забезпечує централізований підхід до ідентифікації користувачів [10; 11; 12; 13]. Крім того, розмежування ролей і прав доступу позитивно впливає на надійність і керованість системи, що є особливо важливим для веб-ресурсів освітніх установ [2; 3; 6].

Як цільову СУБД для програмної реалізації обґрунтовано використання PostgreSQL як надійної реляційної бази даних, що підтримує цілісність зв'язків між сутностями, розширення схеми через механізм міграцій та стабільну роботу під навантаженням [1; 4; 14]. Використання реляційної моделі є логічним для систем класу CMS, у яких важливо забезпечити коректність і несутеречливість даних, пов'язаних зі сторінками, документами, медіафайлами, користувачами та правами доступу [14].

У висновку запропоновано підхід до побудови модульної системи керування веб-контентом на базі Django та Wagtail, у якому модульність досягається як на рівні архітектури застосунку, так і на рівні компонентної організації контенту. Визначено ключові сутності предметної області, окреслено модулі керування сторінками, документами, медіафайлами, доступами та редакційними процесами. Практична цінність підходу полягає у спрощенні супроводу веб-ресурсу, можливості гнучко розширювати структуру контенту, підвищенні надійності системи та забезпеченні керованого життєвого циклу публікацій. Подальші дослідження доцільно спрямувати на деталізацію моделей даних, розвиток механізмів workflow-модерації, розширення інтеграційного рівня та подальше вдосконалення зовнішньої автентифікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Django documentation. Databases. Official Django documentation. URL: <https://docs.djangoproject.com/en/6.0/ref/databases/> (дата звернення: 28.03.2026).
2. Django documentation. Using the authentication system. Official Django documentation. URL: <https://docs.djangoproject.com/en/6.0/topics/auth/default/> (дата звернення: 28.03.2026).
3. Django documentation. Customizing authentication. Official Django documentation. URL: <https://docs.djangoproject.com/en/6.0/topics/auth/customizing/> (дата звернення: 28.03.2026).
4. Django documentation. Migrations. Official Django documentation. URL: <https://docs.djangoproject.com/en/6.0/topics/migrations/> (дата звернення: 28.03.2026).
5. Django documentation. Settings. Official Django documentation. URL: <https://docs.djangoproject.com/en/6.0/ref/settings/> (дата звернення: 28.03.2026).
6. Wagtail Documentation. Permissions. Official Wagtail documentation. URL: <https://docs.wagtail.org/en/stable/topics/permissions.html> (дата звернення: 28.03.2026).
7. Wagtail Documentation. Release notes 7.1. Official Wagtail documentation. URL: <https://docs.wagtail.org/en/stable/releases/7.1.html> (дата звернення: 28.03.2026).
8. Wagtail Documentation. Release notes 5.2. Official Wagtail documentation. URL: <https://docs.wagtail.org/en/v5.2.4/releases/5.2.html> (дата звернення: 28.03.2026).
9. Wagtail Documentation. Release notes 4.2. Official Wagtail documentation. URL: <https://docs.wagtail.org/en/v6.3.5/releases/4.2.html> (дата звернення: 28.03.2026).
10. Google Developers. Using OAuth 2.0 for Web Server Applications. Official Google documentation. URL: <https://developers.google.com/identity/protocols/oauth2/web-server> (дата звернення: 28.03.2026).
11. Google Developers. OpenID Connect. Official Google documentation. URL: <https://developers.google.com/identity/openid-connect/openid-connect> (дата звернення: 28.03.2026).
12. Google Developers. Using OAuth 2.0 to Access Google APIs. Official Google documentation. URL: <https://developers.google.com/identity/protocols/oauth2> (дата звернення: 28.03.2026).

13. Google Developers. Create OAuth client credentials. Official Google documentation. URL: <https://developers.google.com/workspace/guides/create-credentials> (дата звернення: 28.03.2026).

14. PostgreSQL Documentation. Official PostgreSQL documentation. URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата звернення: 28.03.2026).

УДК: 004.94

*Анатолій САВІН,
аспірант
Національний університет «Одеська політехніка», Одеса*

ОРГАНІЗАЦІЙНІ СКЛАДОВІ МОДЕЛЕЙ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ (ІСУП)

ВСТУП

У сучасних умовах цифровізації управління проєктами інформаційні системи дедалі частіше розглядаються як базова інфраструктура для планування, виконання, моніторингу та контролю. Проте сама наявність технічно розвиненого програмного продукту ще не гарантує керованості проєкту. На практиці значна частина проблем виникає не через брак функціональності системи, а через відсутність формалізованої організаційної моделі її використання: нечітко визначені ролі, відсутні правила фіксації управлінських рішень, не визначено механізми ескалації проблем і порядок обробки змін. За таких умов ІСУП перетворюється з інструмента управління на сховище розрізнених даних.

Проблема набуває особливої актуальності в проєктах розробки інформаційних систем, де висока динаміка вимог, технологічні зміни, та інтеграційна складність формують підвищений рівень невизначеності [1]. Сучасні ІСУП не здатні обробляти неструктуровану, динамічну та контекстно залежну інформацію.

Метою дослідження є обґрунтування ролі організаційних складових у моделях ІСУП та з'ясування того, як вони впливають на зменшення невизначеності при плануванні й виконанні проєктів.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

ІСУП доцільно розглядати не лише як програмно-технічний комплекс, а як соціотехнічну систему, у якій технічна модель даних та інтерфейсів нерозривно пов'язана з організаційною моделлю ролей, відповідальності і управлінських взаємодій. Саме тому модель ІСУП має складатися щонайменше з двох взаємопов'язаних контурів: *технічного та організаційного*. Якщо



технічний контур визначає, які дані зберігаються, як вони обробляються, в яких станах перебувають і з якими системами інтегруються, то організаційний контур визначає, хто, коли, на якій підставі і в якій послідовності ці дані створює, змінює, перевіряє, узгоджує та використовує для прийняття рішень.

Такий підхід є особливо важливим для проєктного середовища з підвищеною невизначеністю. *Онтологічна* невизначеність виникає там, де команда ще не має достатньо чіткого розуміння сутності проблеми, меж рішення або навіть самої мети проєкту; *епістемічна* — там, де бракує знань, достовірних даних або адекватної моделі розкладу проєкту; *алеаторна* — там, де навіть за наявності моделей і даних зберігається природна варіативність результатів [2]. У дослідженнях автора показано, що на ранніх фазах життєвого циклу переважає онтологічна невизначеність, на фазі організації та планування — епістемічна, а на фазі виконання, моніторингу та контролю особливо відчутною стає алеаторна складова. У таких умовах ІСУП не може бути ефективною, якщо її організаційний контур не адаптований до природи цих різних типів невизначеності.

Першою ключовою організаційною складовою моделі ІСУП є *рольова модель*. Йдеться не просто про перелік користувачів системи, а про чітке визначення суб'єктів створення, підтвердження, інтерпретації та ескалації інформації. Для проєкту розробки інформаційної системи це означає розмежування ролей між ініціатором, власником продукту, проєктним менеджером, бізнес-аналітиком, архітектором, технічним лідом, розробником, тестувальником, DevOps-фахівцем, замовником та іншими учасниками. Якщо така рольова модель не формалізована, система перестає бути джерелом керованості: одна й та сама сутність — наприклад, вимога, зміна або ризик — може мати кількох неформальних “власників”, а рішення щодо неї ухвалюватимуться поза межами системи. В результаті виникає атрибутивна невизначеність: незрозуміло, хто відповідає за створення, верифікацію чи актуалізацію даних.

Другою ключовою складовою є *правила фіксації управлінських рішень*. Більшість ІСУП технічно дозволяють зберігати задачі, статуси, документи та коментарі, але далеко не завжди забезпечують організаційно регламентовану фіксацію саме управлінських рішень — із зазначенням підстав, автора, дати, альтернатив, відхилених варіантів і наслідків для інших елементів проєкту. Для зменшення невизначеності недостатньо просто зберегти рішення “в історії переписки”. Потрібен організаційно визначений механізм ведення *журналу рішень*, який стає формалізованим носієм проєктної пам'яті. Саме такий журнал перетворює ІСУП на інструмент ведення та відтворення логіки розвитку проєкту. Це критично в інноваційних проєктах, де рішення часто приймаються



в умовах неповної визначеності та мають тимчасовий або експериментальний характер.

Третьою складовою є *маршрутизація інформації*. У багатьох організаціях вважається, що якщо інформація внесена в систему, то вона автоматично стане доступною всім потрібним учасникам. Насправді це не так. Дані в ІСУП проходять через певні організаційні стани: створення, верифікація, узгодження, прийняття або відхилення, та використання. Якщо не визначено, хто переводить об'єкт із одного стану в інший, які повідомлення генеруються, хто повинен реагувати і в який строк, то система не зменшує невизначеність, а лише накопичує інформаційний шум. Найбільш чутливими до порушення маршрутизації інформації є дані про зміни вимог, перегляд строків, архітектурні рішення та події, що впливають на хід виконання проєкту. За відсутності формалізованих правил їх передачі, погодження та ескалації ІСУП втрачає здатність забезпечувати цілісність управлінського контексту, своєчасність реакції та узгодженість дій учасників проєкту.

Четверта складова — *правила ескалації*. У проєктному середовищі невизначеність не є статичним станом – вона проявляється у вигляді відхилень, конфліктів пріоритетів, блокуючих залежностей, перевантаження команди, неузгодженості рішень або дефіциту ресурсів. Тому важливо не лише зафіксувати проблему, а й визначити, за яких умов вона набуває статусу ескалації, хто має право її підняти, кому вона адресована і який часовий норматив реакції. Формалізація ескалаційного контуру особливо важлива для роботи з алеаторною невизначеністю, коли навіть за наявності якісного плану відхилення можуть виникати через природну варіативність виконання проєкту.

П'ятою складовою є *організаційна модель управління змінами*. Для проєктів розробки інформаційних систем зміни є не винятком, а нормою. Відтак ІСУП має підтримувати не просто запис факту зміни, а повний організаційний цикл: ініціювання, оцінювання впливу, погодження, пріоритизацію, відслідковування наслідків і перепланування остаточної частини проєкту. Якщо цей цикл не визначено організаційно, технічно сильна система не запобігає хаосу: зміни накопичуються, але не проходять через єдину процедуру розгляду, внаслідок чого руйнується прозорість плану й зростає невизначеність як для команди, так і для стейкхолдерів. З огляду на це, управління змінами доцільно розглядати як системоутворюючий компонент організаційної моделі ІСУП, що забезпечує зв'язок між новими даними, управлінськими рішеннями та оновленням проєктних планів.

Організаційна неузгодженість у проєктах фактично руйнує керованість навіть тоді, коли використовується сучасне програмне забезпечення. Типовими її проявами є наявність кількох “джерел істини” для однієї й тієї самої інформації, ухвалення критичних рішень поза межами ІСУП, несинхронізовані

ролі між технічною та управлінською командами, неформальний обіг змін, відсутність історії причин відхилень та слабкий зв'язок між проєктними подіями і механізмами реакції. За таких умов ІСУП не зменшує невизначеність, а інколи навіть посилює її, оскільки створює ілюзію прозорості без реальної цілісності організаційних процесів.

Звідси випливає практично значущий висновок: потрібна формалізована організаційна модель ІСУП, яку можна використовувати не лише як концептуальну основу для побудови системи, а і як інструмент її аудиту. Така модель має дозволяти відповісти щонайменше на такі питання:

- Хто є власником кожного класу даних?
- Хто і на якій підставі змінює статуси?
- Як документуються рішення?
- Як виявляються і ескалюються відхилення?
- Як зміни проходять повний цикл розгляду?
- Які дані вважаються офіційними?
- Хто відповідає за їхню актуальність і достовірність?

У цьому контексті формалізація організаційних складових є необхідною умовою трансформації ІСУП із засобу фіксації проєктної інформації в інструмент підтримки управлінських процесів.

ВИСНОВКИ

ІСУП доцільно розглядати як поєднання технічної та організаційної моделі, причому саме організаційна складова визначає, чи буде система реально зменшувати невизначеність при плануванні та виконанні проєктів. Дослідження показало, що вирішальними для цього є формалізація ролей, правил фіксації рішень, маршрутизації інформації, ескалації та управління змінами. Практичне значення полягає в можливості застосування такої моделі як основи для аудиту, проєктування та вдосконалення моделей та методів ІСУП.

ЛІТЕРАТУРА

1. PMI. Navigating Complexity: A Practice Guide. – Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2014.
2. Walker W.E., Harremoës P., Rotmans J., van der Sluijs J.P., van Asselt M.B.A., Janssen P., & Kreyer von Krauss M.P. Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty Management in Model-Based Decision Support // Integrated Assessment. – 2003. – Vol. 4, No. 1, pp. 5–17.

УДК 004.42; 004:67

Гліб СЕРГІЄНКО

*студент гр. БІП2-22, факультет інженерії та інформаційних технологій
Київський національний університет технологій та дизайну*

Тетяна ДЕМКІВСЬКА

*кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та
комп'ютерних технологій
Київський національний університет технологій та дизайну*

СТВОРЕННЯ МОДУЛЬНОЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КООРДИНУВАННЯ РОБОТИ РОЗРОБНИКІВ ПРОЄКТІВ

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій процес розробки програмного забезпечення стає дедалі складнішим і багатокомпонентним. Командна робота над розробкою програмного забезпечення передбачає взаємодію між різними ролями, такими як: розробник, тестувальник, бізнес-аналітик, продукт-менеджер. Ефективна координація цих ролей є головним фактором успішної розробки програмного забезпечення, а саме дотримання поставлених термінів і бюджетів та забезпечення якості програмного продукту.

На сьогоднішній день актуальним є створення модульної програмної системи, яка дозволяє координувати роботу учасників процесу розробки програмного забезпечення. Швидка та якісна координація дозволить адаптуватися до всіх можливих ризиків під час створення програмного забезпечення.

Метою роботи є проектування та реалізація системи для управління завданнями та контролю взаємодії учасників ІТ-проєктів. В основу розробки покладено модульний підхід, що дозволяє масштабувати функціонал без докорінної зміни архітектури. Система включає модулі управління завданнями, моніторингу виконання, координації команди.

Розроблена система базується на модульному підході, що передбачає поділ функціоналу на окремі незалежні компоненти. Це дозволяє забезпечити масштабованість, гнучкість та можливість подальшого розширення системи без значних змін у її архітектурі.

Основними перевагами розробленої системи є:

- інтегрована логіка перевірки: автоматичне відстеження статусів виконання завдань та відповідності термінам (Deadlines);

- прозорість процесів: відображення ієрархії завдань та залежностей між ними.

Користувачі системи отримують можливість створювати, редагувати та відслідковувати завдання, визначати їх пріоритетність, встановлювати залежності між задачами, а також контролювати статус виконання. Для кожного завдання передбачено збереження такої інформації як опис самого завдання, відповідальна особа, терміни виконання та витрачений на виконання час.

Розробку програмного засобу здійснено в сучасному середовищі розробки на базі платформи .NET. Проєкт створювався у середовищі Microsoft Visual Studio із використанням C# та фреймворку WPF для побудови графічного інтерфейсу. Мова C# обрана як основна, оскільки це об'єктно-орієнтована мова програмування з безпечною системою типізації для платформи .NET, яка поєднує сучасні можливості розробки та добре підтримується Visual Studio. Технологія Windows Presentation Foundation (WPF) використовується для реалізації інтерфейсу користувача.

Для реалізації було обрано сукупність технологій Microsoft, що забезпечує високу надійність та масштабованість. Об'єктно-орієнтована мова C# використана для побудови бізнес-логіки. Платформа WPF разом із мовою розмітки XAML дозволили створити сучасний інтерфейс користувача з підтримкою патерну MVVM, що полегшує подальше тестування та підтримку коду. Для зберігання інформації використовується реляційна база даних, що забезпечує надійність, цілісність та швидкий доступ до даних.

На рис.1 представлена UML-діаграма прецедентів розробленої системи. Вона відображає основні сценарії взаємодії користувачів із системою. Наведена діаграма показує основні сценарії використання даного програмного рішення.

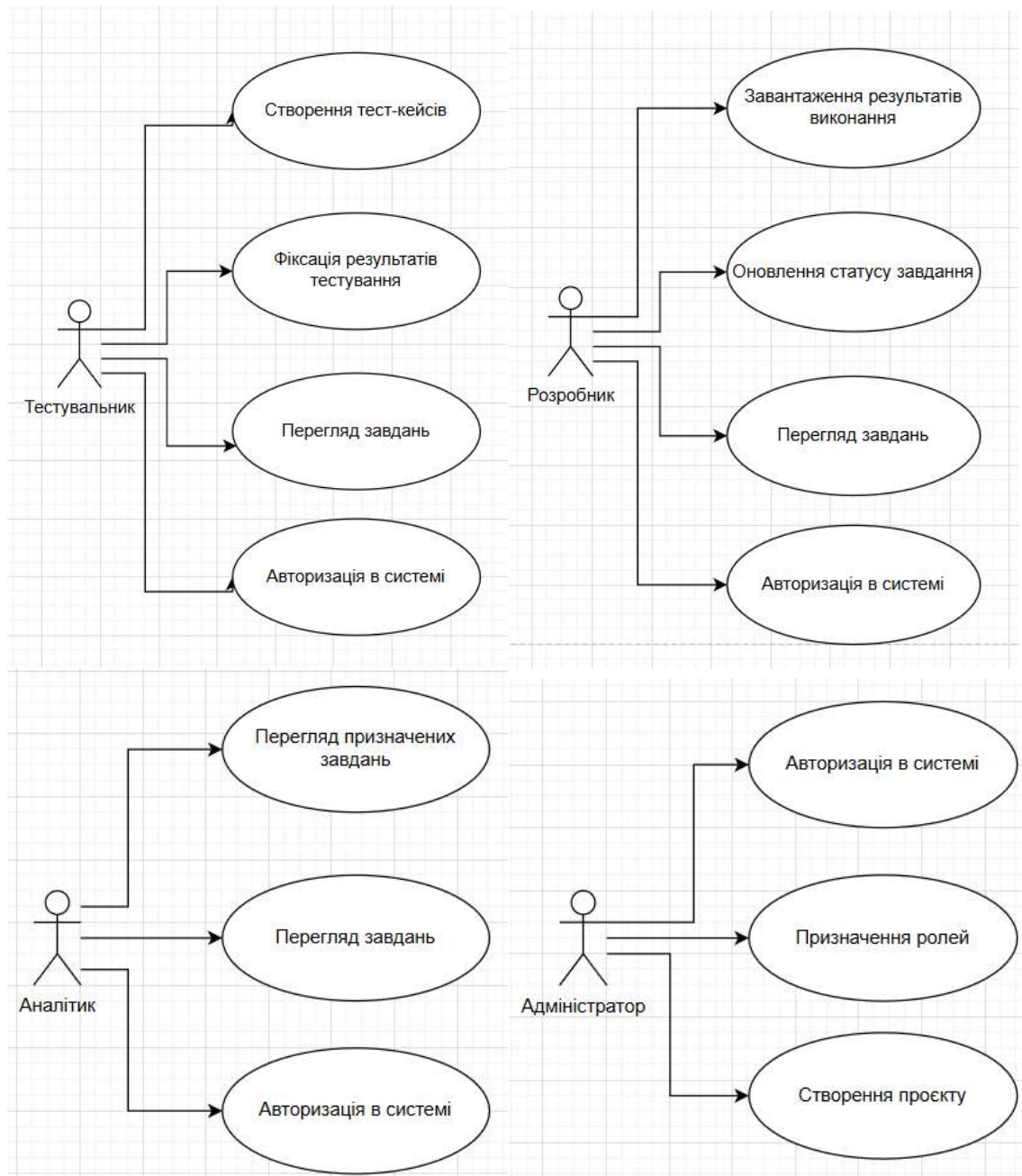


Рис.1. UML-діаграма прецедентів

Розробник взаємодіє із системою для виконання поставлених задач, оновлення їх статусу та взаємодії з іншими учасниками команди. Тестувальник використовує систему для створення тест-кейсів, виконання тестування та аналізу результатів. Бізнес-аналітик відповідає за документацію вимог і супровід розробки програмного забезпечення на всіх етапах розробки.

Використання розробленої системи дозволяє значно підвищити ефективність командної роботи, зменшити час на координацію процесів та

мінімізувати кількість помилок. Завдяки централізованому зберіганню інформації забезпечується прозорість процесів розробки та можливість швидкого доступу до необхідних даних.

Розроблений програмний продукт є універсальним рішенням, яке може бути використане в різних організаціях незалежно від їх масштабу та специфіки діяльності. Його впровадження дозволяє підвищити продуктивність роботи команди, покращити якість програмного забезпечення та забезпечити ефективне управління проєктами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sommerville I. Software Engineering. — 10th ed. — Boston : Pearson, 2016. — 3-7 p. URL: <https://dn790001.ca.archive.org/0/items/bme-vik-konyvek/Software%20Engineering%20-%20Ian%20Sommerville.pdf> (date of access: 29.03.2026).
2. Sommerville I. Software Engineering. — 6th ed. — Pearson, 2001. 22–25 p. URL: https://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/INFORMA%C3%87%C3%95ES%20ADICIONAIS/Software-Engineering-6ed_%20Sommerville.pdf (date of access: 29.03.2026).
3. Microsoft Docs. Introduction to .NET. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/core/introduction> (date of access: 29.03.2026).
4. Meyer B. Object-Oriented Software Construction. — 2nd ed. — Prentice Hall, 1997. 58–65 p. URL: <https://archive.org/details/objectorientedso00meyer> (date of access: 29.03.2026).

УДК 004.91:004.4

Богдан СЕРДЮК,
*студент гр. БІПЗ-22, факультет інженерії
та інформаційних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну*

Ганна КОРОГОД,
*кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та
комп'ютерних технологій, Київський національний університет
технологій та дизайну*

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ВІДСТЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ GPS ТА IOT

У сучасних умовах стрімкого розвитку транспортної інфраструктури та логістичних систем особливої актуальності набуває питання ефективного

контролю та управління транспортними засобами. Використання технологій глобального позиціонування (GPS)[[1](#)] та Інтернет речей (IoT)[[2](#)] відкриває нові можливості для підвищення якості обслуговування. Таким чином, актуальність теми зумовлена зростаючою потребою у точному та оперативному моніторингу транспорту як у комерційній, так і в приватній сферах.

Метою даної роботи є розроблення системи відстеження транспорту з використання технологій GPS та IoT, яка забезпечує збір, передачу та аналіз даних про місцезнаходження транспортних засобів в режимі реального часу.

Для реалізації системи відстеження транспорту з використанням GPS та IoT було обрано клієнт-серверну архітектуру[[3](#)], що забезпечує розділення логіки обробки даних, їх зберігання та візуалізації. Такий підхід дозволяє гнучко модифікувати окремі компоненти системи без впливу на інші її частини. Зокрема, зміни у способі відображення даних не потребують змін у серверній логіці або структурі бази даних.

Технологічний стек розробки включає наступні компоненти:

1. Backend. Для реалізації серверної частини системи та створення REST API, яке забезпечує прийом і обробку геолокаційних даних, було обрано мову Python та фреймворк FastAPI.

2. Вбудована база даних SQLite, що використовується для збереження координат транспортних засобів та забезпечення швидкого доступу до них.

3. Frontend: Для створення користувацького інтерфейсу було обрано HTML5 та JavaScript, а також бібліотеку Leaflet для відображення інтерактивної карти та візуалізації переміщення об'єктів у реальному часі.

4. Компонент симуляції на основі Python-скрипт, який імітує роботу GPS-пристрою, генеруючи координати та надсилаючи їх на сервер через HTTP-запити.

Для візуалізації зв'язків архітектури вебсистеми була побудована діаграма класів (рис1). Діаграма класів відображає структуру програмної системи та демонструє взаємодію її основних компонентів. Система складається з трьох основних класів: *Vehicle*, *Location* та *API*. Клас *Vehicle* описує транспортний засіб та містить такі атрибути: ідентифікатор транспортного засобу (*id*) та назву або опис (*name*). Клас *Location* відповідає за зберігання геолокаційних даних і містить унікальний ідентифікатор (*id*), географічні координати: широту (*latitude*) та довготу (*longitude*). Між класами *Vehicle* та *Location* встановлено зв'язок типу «один до багатьох», що означає, що один транспортний засіб може мати багато записів про своє місцезнаходження. Клас *API* реалізує логіку взаємодії між клієнтською частиною та сервером. Він містить методи: *add_location()* для додавання нових координат у систему; та *get_locations()* для отримання останніх або збережених координат.

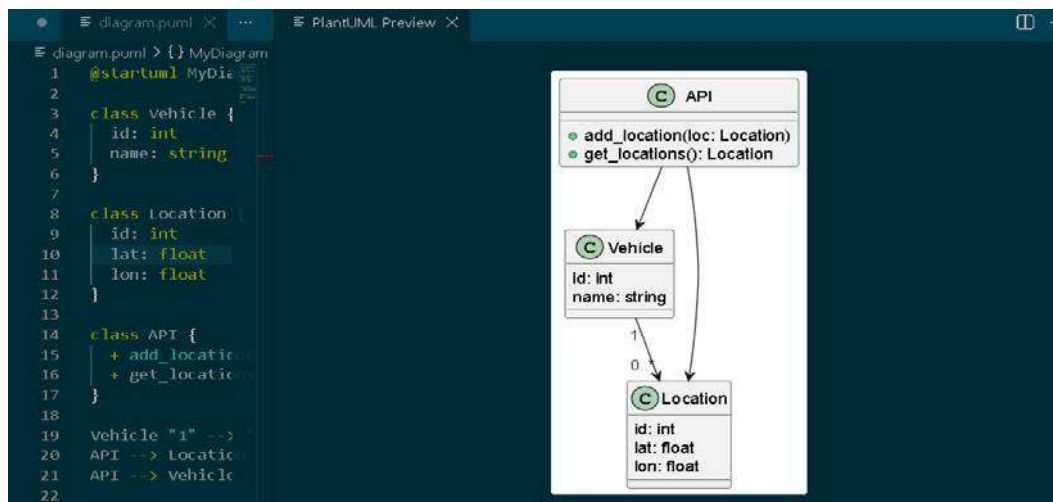


Рис.1 Діаграма класів системи відстеження транспорту

Таким чином, розроблена система забезпечує повний цикл обробки даних від їх генерації до відображення на карті, що відповідає вимогам до сучасних IoT-рішень у сфері моніторингу транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard. – Washington : U.S. Government Publishing Office, 2020. – 78 p.
2. Atzori L., Iera A., Morabito G. The Internet of Things: A Survey // Computer Networks. – 2010. – Vol. 54, № 15. – P. 2787–2805.
3. Куроз Дж., Росс К. Комп'ютерні мережі: підхід «зверху вниз» / Дж. Куроз, К. Росс; пер. з англ. – Київ : Видавнича група BHV, 2019. – 864 с.

УДК 004.056

Марина СИДОРУК

к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж

Артем ВОРОБІЙОВ

студент 5 курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти за

спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Херсонський національний технічний університет, Україна

ОСНОВНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ДАНИХ У ПРОТОКОЛАХ СТЕКУ ТСР/ІР В УМОВАХ СУЧАСНИХ КІБЕРЗАГРОЗ

У сучасному інформаційному суспільстві питання захисту даних набуває особливої актуальності. Зокрема, стрімке зростання обсягів переданої інформації, активний розвиток хмарних технологій та подальша глобалізація мережесервісів закономірно призводять до підвищення рівня кіберзагроз [1; 3]. Основою функціонування більшості сучасних мереж залишається стек протоколів ТСР/ІР, який, у свою чергу, забезпечує передачу даних у глобальній мережі Інтернет [2]. Саме тому питання безпеки в межах даного стеку протоколів потребує особливої уваги та комплексного підходу. Протоколи ТСР/ІР розроблялися в умовах, коли питання інформаційної безпеки не були пріоритетними. Це зумовлює наявність певних вразливостей, які можуть бути використані зловмисниками з метою перехоплення, підміни або навіть знищення даних. У зв'язку з цим виникає об'єктивна необхідність застосування додаткових методів і засобів захисту, здатних компенсувати вбудовані недоліки базових протоколів.

Одним із ключових методів забезпечення безпеки є криптографічний захист даних. Зокрема, він передбачає використання сучасних алгоритмів шифрування для забезпечення конфіденційності інформації під час її передавання. Найбільш поширеними у цьому контексті є протоколи SSL/TLS, які широко застосовуються для захисту веб-трафіку [4], а також IPsec, що функціонує на мережевому рівні та забезпечує як шифрування, так і автентифікацію ІР-пакетів [5]. Завдяки використанню криптографії дані стають недоступними для сторонніх осіб навіть у разі їх перехоплення, що суттєво знижує ризики компрометації інформації. Не менш важливим є механізм аутентифікації та авторизації, який відіграє визначальну роль у контролі доступу до мережесервісів. Аутентифікація дозволяє підтвердити особу користувача або пристрою, тоді як авторизація визначає рівень доступу до інформаційних ресурсів. Використання сучасних підходів, зокрема багатофакторної аутентифікації, дозволяє значно підвищити рівень захищеності мережі, мінімізуючи ризик несанкціонованого доступу. Важливим компонентом системи захисту є міжмережеві екрани (firewall), які здійснюють контроль мережевого трафіку відповідно до встановлених правил, вони дозволяють блокувати небажані або потенційно небезпечні з'єднання, запобігаючи проникненню загроз у мережу. Firewall можуть функціонувати як на рівні окремого пристрою, так і на рівні всієї мережевої інфраструктури, забезпечуючи багаторівневий захист.

Для своєчасного виявлення та запобігання атакам широко застосовуються системи IDS (Intrusion Detection Systems) та IPS (Intrusion Prevention Systems).



Дані системи здійснюють постійний аналіз мережевого трафіку, виявляють аномалії та сигналізують про потенційні загрози. сучасні рішення здатні не лише виявляти підозрілі дії, але й автоматично блокувати їх, що значно підвищує ефективність реагування на інциденти безпеки. Віртуальні приватні мережі (VPN) забезпечують створення захищених каналів зв'язку через публічні мережі. VPN широко використовуються для організації віддаленого доступу до корпоративних ресурсів і дозволяють гарантувати конфіденційність переданої інформації навіть у відкритому мережевому середовищі. Таким чином, використання VPN є невід'ємною складовою сучасних систем захисту даних.

Ефективний захист інформації передбачає впровадження організаційних заходів. До них належать розробка політик інформаційної безпеки, регулярне оновлення програмного забезпечення, резервне копіювання даних та систематичне навчання користувачів основам кібергігієни. Людський фактор досить часто виступає найслабшою ланкою у системі безпеки, а отже, підвищення обізнаності користувачів є критично важливим елементом загальної стратегії захисту. У сучасних умовах також набуває актуальності концепція «нульової довіри» (Zero Trust), яка передбачає перевірку кожного запиту незалежно від його джерела. Такий підхід, у свою чергу, дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого доступу до мережевих ресурсів і підвищує загальний рівень захищеності інформаційних систем. в умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій та постійного ускладнення кіберзагроз особливого значення набуває питання адаптивності систем захисту даних. Сучасні мережеві інфраструктури повинні не лише відповідати актуальним стандартам безпеки, але й мати здатність до швидкого реагування на нові типи атак. У цьому контексті дедалі більшого поширення набувають інтелектуальні системи аналізу трафіку, які використовують методи машинного навчання для виявлення нетипової поведінки в мережі. Такі системи, з одного боку, дозволяють підвищити точність виявлення загроз, а з іншого - зменшити кількість хибних спрацьовувань, що є критично важливим для підтримки стабільної роботи мережевих сервісів. Інтеграція подібних технологій потребує значних обчислювальних ресурсів та належного рівня підготовки фахівців.

Не можна ігнорувати важливість стандартизації у сфері захисту даних у протоколах TCP/IP. Міжнародні організації розробляють рекомендації та протоколи, спрямовані на підвищення безпеки мережевих взаємодій, що, у свою чергу, сприяє уніфікації підходів до захисту інформації. У цьому аспекті доцільно відзначити, що впровадження таких стандартів дозволяє забезпечити сумісність різних систем і пристроїв, а також спрощує процес адміністрування мереж. Ефективність їх застосування значною мірою залежить від своєчасності оновлення та правильності налаштування відповідних механізмів захисту, у



практичній діяльності часто виникає проблема недооцінки потенційних ризиків, що може призводити до використання застарілих або вразливих конфігурацій. Окремо варто розглянути питання безпеки на каналному рівні, зокрема на рівні MAC-адрес. MAC-адреса є унікальним ідентифікатором мережевого інтерфейсу, що використовується для адресації в межах локальної мережі. Відсутність вбудованих механізмів захисту на цьому рівні створює передумови для реалізації таких атак, як MAC-spoofing або ARP-spoofing. У зв'язку з цим застосовуються додаткові засоби захисту, зокрема фільтрація MAC-адрес, прив'язка IP-адрес до конкретних MAC (DHCP snooping), а також технології динамічної інспекції ARP (Dynamic ARP Inspection). Більше того, використання протоколу IEEE 802.1X забезпечує контроль доступу до мережі на основі автентифікації пристроїв, що дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки на каналному рівні [2; 3].

Не менш важливим аспектом є забезпечення цілісності даних під час їх передачі мережею. Для цього широко застосовуються механізми хешування та цифрового підпису, які дозволяють перевірити, чи не були дані змінені в процесі передачі. Таким чином, навіть у разі перехоплення інформації зломисник не зможе непомітно модифікувати її без порушення цілісності. Водночас необхідно враховувати, що надійність таких механізмів безпосередньо залежить від стійкості використовуваних алгоритмів до криптоаналізу, що, у свою чергу, зумовлює потребу у постійному оновленні криптографічних стандартів. Регулярний аналіз журналів подій, перевірка конфігурацій мережевих пристроїв та проведення тестувань на проникнення дозволяють своєчасно виявляти потенційні вразливості та усувати їх ще до моменту виникнення серйозних інцидентів. Більш того, систематичний аудит сприяє підвищенню загального рівня безпеки та формуванню культури відповідального ставлення до захисту інформації в організації.

Висновок: захист даних у протоколах стеку TCP/IP потребує комплексного підходу, який передбачає поєднання різноманітних технологічних і організаційних рішень. Лише інтеграція криптографічних методів, систем контролю доступу, засобів фільтрації трафіку, механізмів захисту на каналному рівні, інструментів моніторингу та підвищення рівня обізнаності користувачів дозволяє забезпечити належний рівень інформаційної безпеки. Забезпечення захисту даних у протоколах стеку TCP/IP є одним із ключових завдань у сучасному цифровому середовищі. Використання криптографічних методів, систем контролю доступу, міжмережевих екранів, засобів захисту на рівні MAC та систем виявлення вторгнень дозволяє суттєво знизити рівень кіберзагроз. Водночас ефективність захисту безпосередньо залежить від комплексності підходу, який має включати як технічні, так і організаційні заходи. Перспективи подальших досліджень у цій сфері пов'язані

з удосконаленням існуючих методів, а також із розробкою інноваційних підходів до забезпечення інформаційної безпеки в умовах постійно зростаючих викликів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Stallings W. Network Security Essentials: Applications and Standards. – Pearson, 2020.
2. Tanenbaum A. S., Wetherall D. J. Computer Networks. – Pearson, 2021.
3. Kurose J., Ross K. Computer Networking: A Top-Down Approach. – Pearson, 2021.
4. RFC 8446. The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3.
5. RFC 4301. Security Architecture for the Internet Protocol (IPsec).

УДК 004.912:004.853:519.226

Владислава СКІДАН,
кандидат технічних наук, доцент, завідувачка кафедри
Київський національний університет технологій та дизайну
Владислав КРАСНОЩОК,
студент гр. БІПЗ-22 факультет
Інженерії та інформаційних технологій
Київський національний університет технологій та дизайну

ПРОГРАМНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ДОКУМЕНТООБІГУ НА ОСНОВІ TF-IDF ТА COMPLEMENT NAIVE BAYES

У роботі представлено програмну систему DocFlow для автоматизованої кластеризації та класифікації україномовних ділових документів. Система реалізує конвеєр обробки на базі TF-IDF-векторизації, алгоритмів K-Means++ та ієрархічної кластеризації (метод Варда), а також класифікатора Complement Naive Bayes. Досягнуто точність класифікації 88,9–91,7 % у supervised-режимі та 75,6–83,3 % у unsupervised-режимі. Усі вісім вимог технічного завдання виконано, час обробки 48 документів становить 3,49 с.

Задача автоматизованої обробки текстових документів залишається актуальною вже кілька десятиліть, проте з переходом організацій на повністю цифровий документообіг вона набула нових практичних вимірів. За експертними оцінками, обробка документів досі займає від 30 до 70 % робочого часу менеджерів, незважаючи на наявність корпоративних систем управління



контентом. Провідні рішення — Microsoft SharePoint з надбудовою Syntex, OpenText Content Suite, IBM FileNet — або потребують витрат від десятків до сотень тисяч доларів на ліцензування, або не адаптовані до специфіки україномовного документообігу та недоступні для малого і середнього бізнесу. Відкриті бібліотеки машинного навчання, у свою чергу, не мають готового інтерфейсу та підтримки кириличної морфології, що вимагає суттєвих зусиль для їх практичного застосування.

Для ефективної роботи з діловою документацією система мала задовольняти такі вимоги: функціонувати на стандартному офісному обладнанні без GPU; підтримувати обидва режими навчання — з учителем та без; забезпечувати точність класифікації не нижче 85 %; читати PDF (зокрема скановані) та TXT файли; надавати веб-інтерфейс, доступний спеціалістам без навичок програмування.

Систему DocFlow реалізовано мовою програмування Python 3.11 відповідно до принципів модульного програмування та розподілу відповідальності (Separation of Concerns, SoC). Вона складається з дев'яти спеціалізованих модулів: `data_loader`, `pdf_reader`, `preprocessor`, `vectorizer`, `clustering`, `classifier`, `evaluator`, `visualizer` та головного модуля `app.py`, який виконує роль координатора.

Головний модуль оркеструє 11-кроковий конвеєр обробки документів та забезпечує збереження навчених моделей і стану сесії у глобальному словнику `SESSION`. Це дозволяє уникнути повторного перенавчання моделей між різними взаємодіями користувача з інтерфейсом та забезпечує швидке виконання операцій класифікації нових документів.

Вилучення тексту з PDF реалізовано ієрархічно: `pdfplumber` → `pypdf` → `pytesseract` (OCR для сканованих документів). Попередня обробка тексту включає нормалізацію кирилиці, видалення 80 стоп-слів українською мовою та власний алгоритм стемінгу на основі 34 суфіксів.

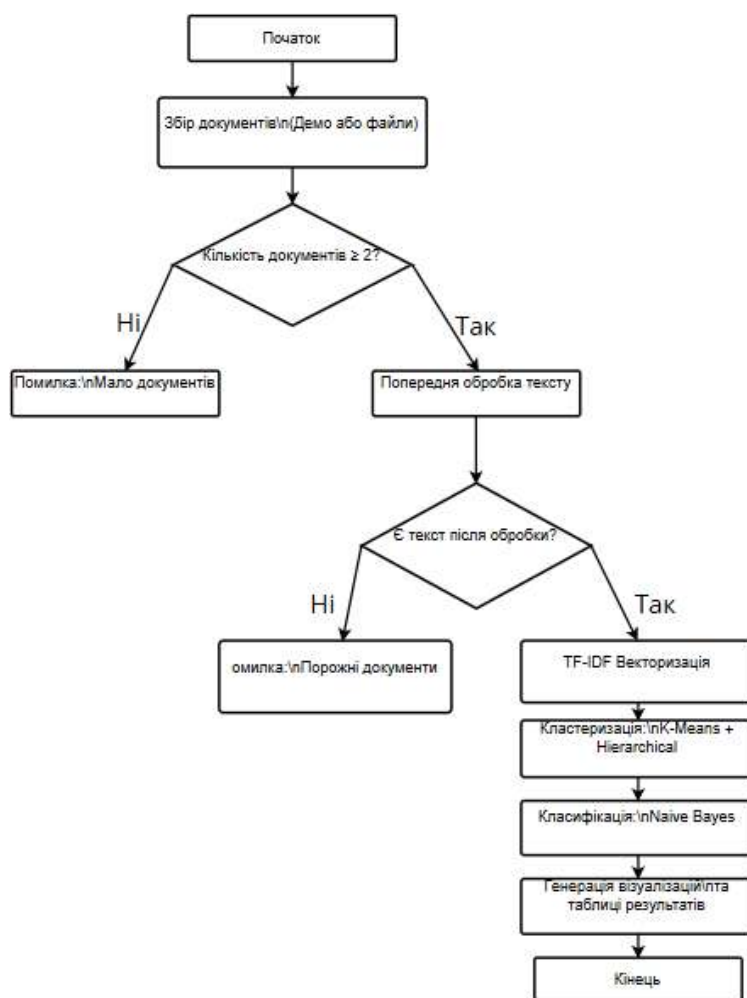


Рис. 1. Блок-схема конвеєру обробки документів у функції `run_analysis`

Векторизація виконується методом TF-IDF із субдинамічним масштабуванням (`sublinear_tf=True`), L2-нормалізацією та урахуванням уніграм і біграм (`ngram_range=(1,2)`). Оптимальне значення `max_features=500` визначено експериментально: збільшення до 1000 знижує Silhouette Score з 0,61 до 0,58 через появу шумових термів.

Кластеризація реалізована двома алгоритмами. K-Means++ із ініціалізацією центроїдів за ймовірнісним розподілом забезпечує лінійну масштабованість $O(nkt)$ та автоматичний підбір оптимального k методом ліктя і коефіцієнтом силуету. Агломеративна ієрархічна кластеризація за методом Варда формує дендрограму для аналізу тематичної структури. Порівняльний аналіз показав, що K-Means++ та Ward-кластеризація демонструють зіставний Silhouette Score (0,61 та 0,59 відповідно на демо-корпусі), проте K-Means++ обробляє 500 документів у 4 рази швидше (1,24 с проти 5,12 с).

Класифікація базується на Complement Naive Bayes (CNB) — модифікації MultinomialNB, яка оцінює параметри кожного класу через документи всіх інших класів. Це забезпечує стійкість до незбалансованих наборів даних і перевагу над MultinomialNB на 3–8 % за F1-macro. Підтримуються supervised-режим (навчання на реальних мітках) та unsupervised-режим (псевдо-мітки від K-Means, концепція self-training).

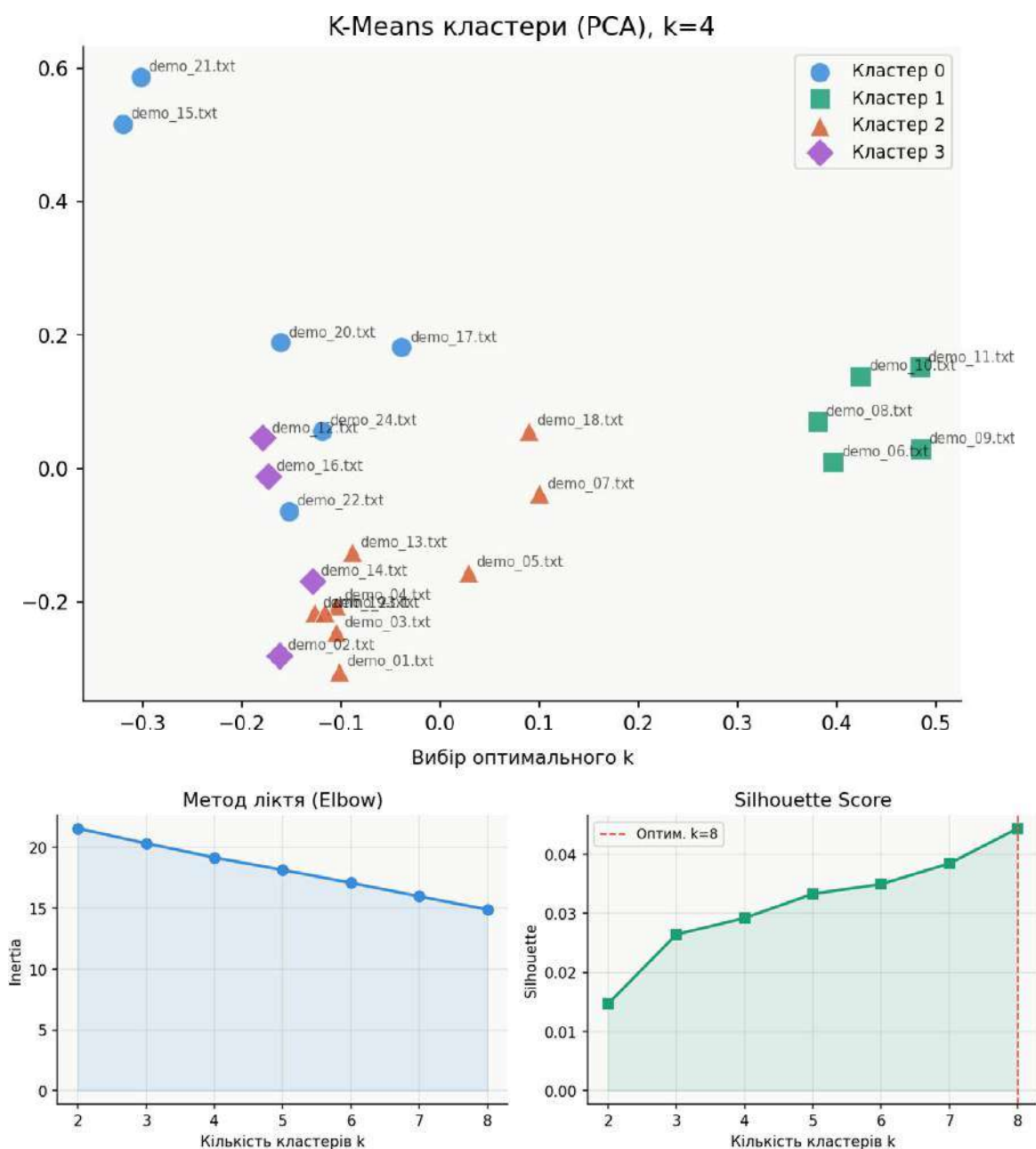


Рис. 2. Графіки результатів



Система протестована на чотирьох корпусах: демо-корпус (24 документи, 4 категорії), малий реальний (48 документів PDF), середній (120 документів, 6 категорій) та нерівноважний (80 документів, співвідношення класів 40:20:12:8). Модульне тестування охопило 99 тест-кейсів із покриттям коду 87,3 %; усі пройдено успішно. Вісім сценаріїв стійкості до некоректних вхідних даних не виявили аварійних збоїв.

Точність класифікатора CNB у supervised-режимі становить $91,7\% \pm 4,2\%$ на демо-корпусі та $88,9\% \pm 5,7\%$ на малому реальному корпусі, що перевищує вимогу ТЗ у 85 % на 3,9 відсоткових пункти. В unsupervised-режимі точність становить 75,6–83,3 %, що майже утричі перевищує показник випадкового вгадування (25 % для чотирьох класів). Час обробки 48 документів — 3,49 с, що у 8,6 рази менше встановленого ліміту 30 с.

Веб-інтерфейс реалізовано на базі Gradio з трьома функціональними вкладками: аналіз корпусу, класифікація окремого документа та довідка. Система надає шість типів інтерактивних візуалізацій: PCA-проекцію кластерів, графік методу ліктя із Silhouette Score, дендрограму ієрархічної кластеризації, матрицю помилок класифікатора, діаграму розподілу кластерів та гістограму топ-20 термів TF-IDF. Застосунок розгортається локально або на сервері без додаткового налаштування.

Розроблено програмну систему DocFlow, яка автоматизує кластеризацію та класифікацію україномовних ділових документів. Усі вісім вимог технічного завдання виконано. Система готова до розгортання як у локальному середовищі, так і на сервері. Перспективами подальшого розвитку є інтеграція Ukrainian BERT для підвищення точності класифікації коротких документів, впровадження алгоритму BIRCH для масштабування на корпуси понад 1000 документів та попередня обробка зображень через OpenCV перед OCR-розпізнаванням.

Ключові слова: електронний документообіг, кластеризація, TF-IDF, K-Means, Complement Naive Bayes, Gradio, Python.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pedregosa F. et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python. Journal of Machine Learning Research. 2011. Vol. 12. P. 2825–2830.
2. Rennie J. D. M. et al. Tackling the Poor Assumptions of Naive Bayes Text Classifiers. Proceedings of ICML 2003. P. 616–623.
3. Salton G., Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. Information Processing & Management. 1988. Vol. 24, № 5. P. 513–523.

4. Arthur D., Vassilvitskii S. k-means++: The Advantages of Careful Seeding. Proceedings of SODA 2007. P. 1027–1035.

5. Abid A. et al. Gradio: Hassle-Free Sharing and Testing of ML Models in the Wild. arXiv:1906.02569. 2019.

УДК 336.132.11:336.5]:004.9

***Анастасія СОЛОДІЛОВА,**
здобувач другого рівня вищої освіти,
Оксана СОРІНА,
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та адміністрування,
Національний університет «Запорізька політехніка»*

**ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПУБЛІЧНИХ ФІНАНСІВ: ЗАСТОСУВАННЯ
ПЛАТФОРМИ E-DATA ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ЕФЕКТИВНІСТЮ
ВИКОРИСТАННЯ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ**

Стрімкий розвиток цифрових технологій суттєво вплинув на всі сфери життя суспільства видозмінивши не лише світогляд людей, але й підходи до формування й використання бюджетних коштів. На сьогодні в Україні відомо багато цифрових платформ, які дозволяють забезпечити прозорість тендерних процедур та підзвітність використання бюджетних коштів тим самим знизити корупційні ризики (ProZorro, E-data, «Прозорий бюджет» і т.д.) [1].

Наповненість цифровими компонентами державної структури на перший погляд в повній мірі враховує всі питання по технічній частині проте ряд проблем все одно відображається в цій системі. Наприклад якщо об'єднати всі системи, то їх поєднують такі виразні недоліки як: обмежена доступність цифрової інфраструктури для віддалених районів; низький рівень цифрової грамотності як працівників бюджетної сфери так і користувачів послугами; кібербезпека та захист даних підривають прозорість та відкритий доступ до статистики для користувачів, а з іншого боку наражають на небезпеку витік інформації з доступних джерел для корисливих цілей; недостатнє фінансування інноваційної діяльності.

У сенсі питання цифровізації публічних фінансів присутнє і неефективне використання коштів, що маскується під недоцільним застосуванням публічних коштів та необґрунтованим завищенням цін. Наприклад, будівництво школи в селищі Балабине Запорізької області, що знаходить за 30 кілометрів від лінії фронту[3]. Планування встановлення відеоспостереження у Запоріжжі в громадських місцях: Придніпровському парку, в сквері імені Олександра

Бірюка, в сквері по вулиці Бочарова. Загальна вартість проєкту становить 1,3 млн грн, за 35 камер[4].

Отже, окрім вдосконалення платформ, що являють собою доступний майданчик інформації щодо публічних коштів варто звернути увагу саме на контроль за доцільністю та використанням державних та місцевих бюджетних коштів, адже від цього наряду залежать такі складові як державний борг, корупція.

Таблиця 1.1
Показники бюджету на 2025 рік та початок 2026 р[8].

Показник и бюджету	Загальний фонд		Спеціальний фонд	
	2025	2026	2025	2026
Доходи	128166,4	242037,4	155058,4	61807,9
видатки	214126,6	243796,5	139652,4	42466,1

Загалом аналізуючи доходи та витрати бюджету на 2025 – 2026 роки можна сказати, що дохід перевищує лише у спеціальному фонді, а щодо загального -навіпаки. Все це приводить до збільшення податкового тягара, що лягає на населення, а отже і негативно впливає на майбутні покоління.

Тож для того, щоб визначити доцільність вкладення коштів в проєкт варто при виборі найоптимальнішого варіанту враховувати такі критерії оцінки проєкту:

- прибутковість (дозволяє визначити рентабельність проєкту);
- віддача капіталу (відношення прибутку до вартості інвестицій);
- чистий дисконтований дохід (враховує часову вартість грошей та ризики проєкту) і т.д.[5].

Значним здобутком для України в змісті цифровізації можна вважати платформу **E-data**. Її впровадження сприяло тому, що у рейтингу зрілості відкритих даних серед європейських країн Україна посіла третє місце [3].

Зараз це офіційний державний інформаційний ресурс, що представляє собою відкриту систему даних та інструмент громадського контролю за плануванням і використанням публічних коштів. Платформа являє собою три ключові портали відкритих даних: Spending.gov.ua, Proifi.gov.ua, Openbudget.gov.ua та інші модулі для відстеження та аналізу публічних фінансів [2]. Вона має практичне значення як в державних структурах як Національний банк України, так і в регіональних установах, наприклад ЦНАП Запорізької області.

За період свого існування (2015-2025) E-data досягла не лише вітчизняного, але і міжнародного визнання (табл. 1.1.) [6].

Таблиця 1.2

Здобутки платформи E-data за період 2015-2025 року

Вітчизняне визнання	Міжнародне визнання
262 млн записів про трансакції	54 місце у світовому рейтингу Global Open Data Index серед 122 країн.
102 млн доступних документів	3 місце в рейтингу розвитку відкритих даних Open Data Maturity (ODM) – 97%
Кількість користувачьких сесій порталу збільшилась загалом на 2,34 млн	

У 2026 р результати функціонування порталу **E-data наступні:**

- 194 міжнародних проєкта ;
- 38874 розпорядників та одержувачів;
- 1933 місцевих бюджетів;
- 272 млн трансакцій;
- 107млн документів [7].

Однак, Е-дата має як свої переваги, так і недоліки, що сформувалися за 10 років існування:

-переваги: доступність даних, широкий функціонал, збільшення контролю.

-недоліки: якість даних, складність аналізу для непрофесіоналів, потенційні прогалини в законодавстві.

В перспективних планах планується покращення роботи платформи за рахунок реалізації таких напрямів:

- застосування AI-аналітики з метою автоматичного виявлення ризиків та аномалій;
- запуск нових аналітичних інструментів;
- розширення співпраці з іншими державними порталами;
- створення зручних мобільних рішень для громадян [6].

В цілому можна сказати, що цифровізація публічних коштів на прикладі Е-дата, демонструє значну ефективність від задіяних ресурсів, приносячи користь тим самим не лише платформі, але й спільноті, яка використовує її для власних потреб.

Проте аналізуючи існуючі корупційні махінації можна сказати, що з боку держави не вистачає контролю, адже окрім того, що більше інформації стало доступно для громадськості, як і раніше частина приховується або прикривається захмарними сумами в бюджетах.

Тож платформа е-дата повинна стати більш доступною для широкого кола користувачів за рахунок запропонованих заходів, а також приділити увагу аналізу та самому використанню коштів, щоб користувачі бачили не лише сухі

цифри, а дослідження. Від цього буде більше користі і в суспільстві, і державі, адже це значно скоротить витрати бюджету, тим самим зменшить державний борг, який є вагомим для України через її військові дії та з фінансами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Піхоцька О.М., Процик О.С. Цифрова трансформація системи публічних фінансів як чинник підвищення фінансової прозорості держави. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2025. Випуск 46. URL: [file:///C:/Users/User/Downloads/1772-Article%20Text-2615-1-1020251024%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/1772-Article%20Text-2615-1-1020251024%20(1).pdf)
2. Іванова О., Сидоренко О., Скабардін О., Проценко А. Цифровізація державного фінансового контролю сфери публічних закупівель в Україні. *Збірник наукових праць Державного податкового університету*. 2025. Випуск 1. URL: <https://journals.dpu.kyiv.ua/index.php/collectioneconomy/article/view/595/577>
3. Левенцова А. SODA. У парку та скверах Запоріжжя з'являться нові камери відеоспостереження. URL: <https://tvmtm.online/u-zaporizkomu-rajoni-vidkryly-pershu-pidzemnu-shkolu/>
4. Муніципальний телеканал міста Запоріжжя. Місцеві новини. 2025. URL: <https://www.soda.zp.ua/special-projects/u-parku-ta-skverakh-zaporizhzhia-ziavliatsia-novi-kamery-videosposterezhennia/>
5. Мисяк І.М., Діжак В.В., Степась М.В. Оцінка ефективності реальних інвестиційних проєктів. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2023. Випуск 37. URL: <https://nzlubb.org.ua/index.php/journal/article/view/858/780>
6. Міністерство фінансів України. Gov.ua. 10 років Є-data: цифрова прозорість, що змінила країну. 2025. URL: <https://mof.gov.ua/uk/news/10-rokiv-iedata-tsifrova-prozorist-shcho-zminila-krainu-5322>
7. Є-дата. Gov.ua. URL: <https://edata.gov.ua/>
8. Open budget. Gov.ua. URL: <https://openbudget.gov.ua/about-portal>

УДК 004.42; 004:67

Богдан СОРОКА,
студент гр. БІП2-22, факультет інженерії
та інформаційних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну



Тетяна ДЕМКІВСЬКА,

кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та комп'ютерних технологій, Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ І ВІЗУАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ КОЛЕКЦІЙ ОДЯГУ

Процес проектування колекцій одягу в сучасній fashion-індустрії вимагає не лише творчого підходу, а й чіткої систематизації візуальних та технічних даних. Ефективне планування майбутньої лінійки виробів є запорукою комерційного успіху бренду, оскільки дозволяє збалансувати асортимент за кольорами, силуетами та матеріалами ще на етапі ескізування. Проте, значна частина дизайнерів-початківців та невеликих ательє стикаються з проблемою хаотичного накопичення референсів та відсутністю єдиного цифрового простору для візуалізації структури колекції [1].

Аналіз наявного програмного забезпечення показав, що професійні PLM-системи (Product Lifecycle Management) є високовартісними та складними в опануванні для індивідуальних користувачів. Водночас прості графічні редактори не забезпечують необхідної логіки зв'язків між елементами гардероба. Таким чином, розробка спеціалізованого інтерактивного застосунку для візуального планування колекцій, що поєднує функції мудборду та структурованого каталогу, є актуальним завданням [2].

Головною перевагою розробленого програмного рішення є можливість створення ієрархічної структури колекції (сезон, капсула, одиниця виробу) з візуальним відображенням цілісності лінійки. Застосунок дозволяє завантажувати ескізи, призначати колірні палітри та здійснювати логічну перевірку наявності базових та акцентних моделей у складі колекції. Також передбачено функціонал для формування технічних карток виробів, що значно спрощує подальшу комунікацію з виробництвом.

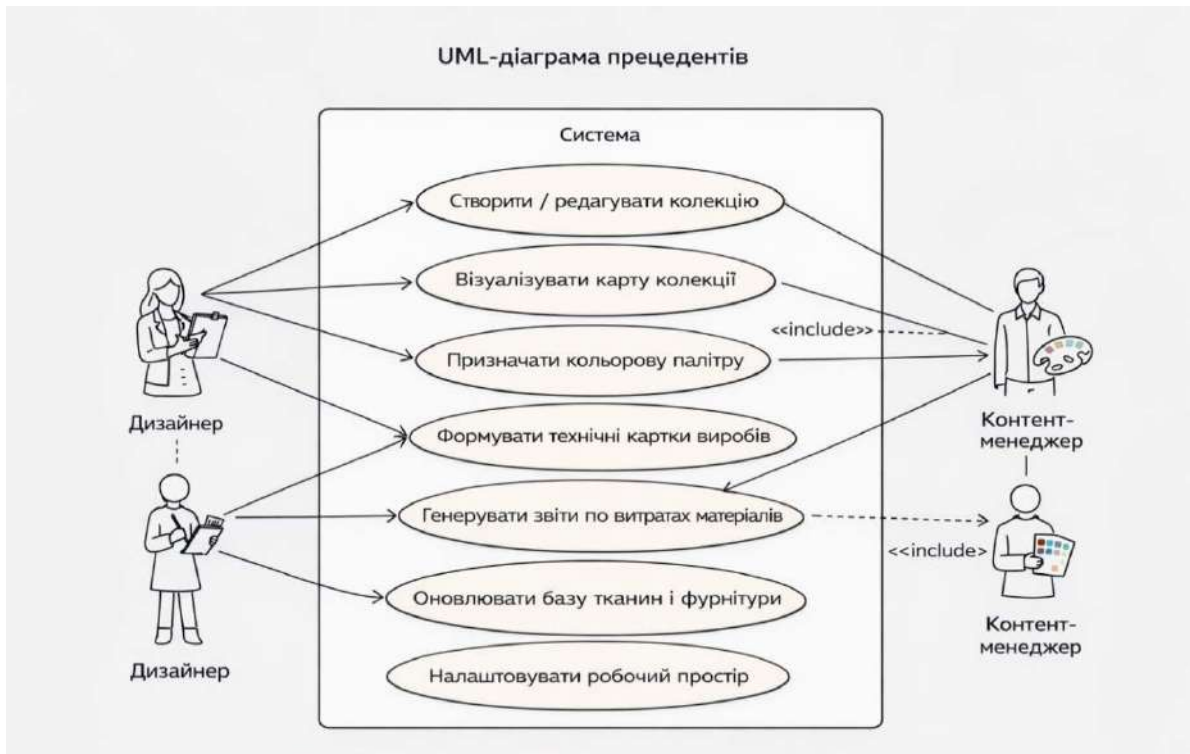


Рис. 1 UML-діаграма прецедентів, яка описує взаємодію основних акторів із системою

Система передбачає ролі Дизайнера (створення та редагування колекцій) та Контент-менеджера (оновлення бази тканин та фурнітури). Основними сценаріями є формування візуальної карти колекції, генерація звітів по витратах матеріалів та налаштування персонального робочого простору.

Технологічний стек розробки базується на рішеннях Microsoft. Для реалізації логіки та обробки великих масивів візуальних даних обрано мову **C#** та технологію LINQ. Графічний інтерфейс побудовано на базі WPF (Windows Presentation Foundation) з використанням XAML, що дозволяє реалізувати гнучку систему drag-and-drop для візуального планування виробів на полотні. Як сховище даних використано SQLite, що забезпечує автономність застосунку, а проектування інтерфейсу виконано у середовищі Figma.

Особливу увагу при розробці приділено механізмам фільтрації та сортування елементів колекції за різними атрибутами, такими як тип тканини, кольорова гама чи ступінь готовності ескізу. Завдяки використанню технології LINQ забезпечується висока швидкість виконання запитів до бази даних, що критично важливо при роботі з графічною інформацією. Архітектурний патерн MVVM [3] дозволяє відокремити бізнес-логіку застосунку від візуального представлення, що спрощує подальше масштабування системи. Реалізація

адаптивного інтерфейсу за допомогою XAML гарантує коректне відображення робочих панелей на моніторах з різною роздільною здатністю.

Створений програмний продукт дозволяє дизайнерам оптимізувати етап передпродакшну, зменшити кількість помилок при формуванні асортиментної матриці та візуалізувати фінальний результат ще до пошиття перших зразків. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та можливість кастомізації робочого середовища роблять застосунок доступним для широкого кола фахівців творчих індустрій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Струмінська Т. В., Остапенко Н. В., Колосніченко М. В. Інноваційні підходи до проектування гардероба із застосуванням інформаційних технологій. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технічні науки*. 2022. № 3. С. 45–54.
2. Koo H. S. Visual Merchandising and Fashion Planning in Digital Age. *Journal of Fashion Design*. 2021. Vol. 15, no. 2. P. 88–95. URL: <https://doi.org/10.1108/JFD2021>
3. MVC, MVP, and MVVM: Simple in Appearance, Powerful in Practice – Leapcell. URL: <https://leapcell.medium.com/mvc-mvp-and-mvvm> (date of access: 23.03.2026).

УДК 004.9

Максим СОЦЕНКО

студент спеціальності F6 «Інформаційні системи і технології»

Марина КАРАМУШКА

к.т.н., доцент

кафедри інформатики і комп'ютерних наук

Херсонський національний технічний університет

GOOGLE APPS SCRIPT У GOOGLE ТАБЛИЦЯХ ЯК ДОСТУПНИЙ ІНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС- ТА ОСВІТНІХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ УКРАЇНИ

Сучасний етап цифрової трансформації України вимагає від підприємств, закладів освіти та органів влади швидкого впровадження ефективних і доступних інструментів автоматизації [1]. Умови воєнного часу та підготовка до післявоєнного відновлення роблять особливо актуальним пошук рішень, які дозволяють суттєво скоротити рутинну роботу, зменшити кількість помилок і підвищити загальну продуктивність без значних фінансових витрат.

Одним із найперспективніших і доступних цифрових рішень у цьому напрямку є Google Apps Script — вбудована мова сценаріїв платформи Google Workspace, яка працює безпосередньо в Google Таблицях [2]. Цей інструмент дає можливість створювати потужні автоматизації без потреби у дорогому програмному забезпеченні, окремому сервері чи великій команді розробників. Для його використання достатньо базових знань JavaScript, що робить його доступним для широкого кола користувачів.

Google Apps Script відкриває широкі можливості інтеграції даних завдяки роботі з API різних сервісів. Наприклад, інтернет-магазин, який працює з кількома маркетплейсами, може автоматично отримувати нові замовлення через API і переносити їх безпосередньо в Google Таблицю. До такої таблиці можна підключити Telegram-бота, який одразу надсилатиме повідомлення менеджеру про нове замовлення. Завдяки цьому менеджер не мусить постійно перевіряти кілька сайтів, перемикатися між ними та чекати оновлень. Натомість йому приходить зручне повідомлення в Telegram із ключовою інформацією, після чого він може швидко переглянути завдання в таблиці та взяти його в роботу.

Крім автоматизації надходження даних, Google Apps Script дозволяє створювати складні розрахункові механізми безпосередньо в таблицях. За допомогою скриптів можна автоматично підраховувати вартість замовлень, витрати на доставку, комісії маркетплейсів, маржу, заробітну плату працівників або будь-які інші показники [3].

Важливою перевагою є те, що всі скрипти працюють на надійних хмарних серверах Google. Це забезпечує високу стабільність роботи, автоматичне резервне копіювання даних і вбудовану систему безпеки, яка включає сучасні механізми захисту інформації. Завдяки цьому користувачі не повинні турбуватися про підтримку серверної інфраструктури, оновлення системи захисту чи ризики втрати даних, що особливо критично в умовах воєнних загроз і нестабільної енергетичної ситуації в Україні.

Такі рішення дозволяють малому та середньому бізнесу відмовитися від використання готових, але часто дорогих CRM-систем. Автоматизація на базі Google Apps Script значно знижує операційні витрати, оскільки не вимагає щомісячної абонентської плати. Зекономлені кошти можна спрямувати на підвищення заробітної плати працівникам або на прискорення розвитку компанії.

У сфері освіти Google Apps Script також демонструє високу ефективність. Він дозволяє автоматизувати процеси обліку студентів, обробку результатів тестів, генерацію індивідуальних сертифікатів, розсилку навчальних матеріалів та контроль виконання завдань [4].

Серед ключових переваг Google Apps Script варто виділити його повну хмарну природу, що особливо важливо в умовах нестабільного електропостачання та воєнних ризиків. Інструмент не залежить від локальної інфраструктури, працює з будь-якого пристрою і має відносно низький поріг входу. Водночас він має певні технічні обмеження, такі як квоти на час виконання скриптів і кількість операцій. Для роботи з дуже великими обсягами даних рекомендується комбінувати його з іншими технологіями.

Таким чином, Google Apps Script у Google Таблицях є потужним, гнучким і економічно вигідним цифровим рішенням, яке відповідає сучасним викликам інформаційних технологій в Україні. Його використання сприяє швидкій цифровізації бізнес-процесів і освітньої діяльності, підвищує операційну ефективність організацій і дозволяє оптимально використовувати наявні ресурси.

Подальше дослідження практичних кейсів застосування Google Apps Script, розробка готових шаблонів автоматизації для типових українських бізнес- і освітніх процесів, а також поширення цих знань серед фахівців сприятимуть формуванню стійкої науково-інноваційної екосистеми та прискоренню цифрової трансформації України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мілютін О. О. Цифрова трансформація України: стан та тенденції розвитку станом на кінець 2025 року // Grail of Science. – 2025. – № 12. URL: https://www.researchgate.net/publication/399590314_CIFROVA_TRANSFORMACIYA_UKRAINI_STAN_TA_TENDENCII_ROZVITKU_STANOM_NA_KINEC_2025_ROKU
2. Google Apps Script. Офіційна документація розробників Google, 2026. URL: <https://developers.google.com/apps-script>
3. Автоматизація бізнес-процесів за допомогою Google Sheets та Google Apps Script / С. Степанов. – LinkedIn, 2025. URL: <https://ua.linkedin.com/pulse/automating-business-processes-google-sheets-practical-sergei-stepanov-vaftf>
4. Васенко О. В. Автоматизація аналізу даних у наукових дослідженнях майбутніх фахівців освітньої галузі на платформі Google Apps Script // Професійна освіта: методологія, теорія та технології. – 2023. – Т. 9. – № 2. URL: <https://profedu.com.ua/uk/journals/tom-9-2-2023/avtomatizatsiya-analizu-danikh-u-naukovikh-doslidzhennyakh-maybutnikh-fakhivtsiv-osvitnoyi-galuzi-na-platformi-google-apps-script>



УДК 004

Микола СТЕЦЮК,

аспірант,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

Раїса ЗАХАРЧЕНКО,

к.т.н., доцент,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

Леонід ЗАХАРЧЕНКО,

викладач,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГЕТЕРОГЕННИМИ АНСАМБЛЯМИ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

Вступ

Сучасний етап розвитку інфраструктури України характеризується необхідністю одночасного вирішення задач відновлення, модернізації та забезпечення сталого функціонування складних технічних систем в умовах обмежених ресурсів і підвищених ризиків. За таких умов особливого значення набуває впровадження інтелектуальних інформаційних технологій, здатних забезпечити підвищення ефективності управління, автоматизацію процесів та оперативне реагування на зміни середовища.

Одним із перспективних напрямів є використання безпілотних апаратів для виконання задач моніторингу, інспекції, картографування та аналізу стану об'єктів інфраструктури [3]. Безпілотні системи дозволяють зменшити ризики для людини, підвищити точність збору даних та забезпечити доступ до важкодоступних або небезпечних територій. Водночас ефективність застосування окремих безпілотних апаратів є обмеженою у випадку складних задач, що потребують координації, масштабованості та обробки значних обсягів інформації.

У зв'язку з цим актуальним є перехід до використання гетерогенних ансамблів безпілотних апаратів, які функціонують як мультиагентні системи [2]. У таких системах кожен апарат розглядається як автономний агент, здатний до локального прийняття рішень, тоді як загальна поведінка системи формується на основі кооперативної взаємодії між агентами. Це дозволяє забезпечити паралельне виконання задач, підвищити адаптивність до змін середовища та забезпечити відмовостійкість системи.



Метою дослідження є формування підходів до побудови моделей і методів розподіленого управління гетерогенними ансамблями безпілотних апаратів. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення комплексу взаємопов'язаних задач, серед яких: аналіз сучасних підходів до управління мультиагентними системами; дослідження моделей координації та взаємодії агентів; формування методів розподілу задач між агентами з урахуванням обмежень ресурсів; забезпечення адаптивності системи до динамічних умов функціонування.

Об'єктом дослідження є процеси управління ансамблями безпілотних апаратів, предметом - моделі та методи розподіленого управління такими системами. У дослідженні застосовуються методи мультиагентних систем, алгоритми розподіленого прийняття рішень, методи оптимізації, а також методи штучного інтелекту, зокрема підкріплювального навчання, що дозволяють забезпечити адаптивну поведінку агентів у змінних умовах [1].

Виклад матеріалу

У межах дослідження розглядається концептуальний підхід до побудови інтелектуальної розподіленої системи управління, що базується на поєднанні моделей мультиагентної взаємодії, механізмів обміну інформацією між агентами та методів адаптивного розподілу задач. Кожен агент функціонує в умовах часткової інформації про стан середовища та інших агентів, що зумовлює необхідність розробки ефективних механізмів координації та узгодження дій.

Формалізовано задачу управління гетерогенним ансамблем безпілотних апаратів. Нехай ансамбль безпілотних агентів задається множиною $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, де кожен агент a_i характеризується вектором параметрів $p_i = \langle c_i, r_i, s_i \rangle$, де c_i - набір функціональних можливостей агента, r_i - доступний ресурс, s_i - поточний стан агента. Множина задач визначається як $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$, де кожна задача t_j описується кортежем $q_j = \langle d_j, u_j, \tau_j \rangle$, де d_j - вимоги до виконання задачі, u_j - її пріоритет, τ_j - допустимий час виконання.

Задачу розподіленого управління подано як відображення $F: A \times T \times E \rightarrow D$, де E - множина станів середовища, D - множина керуючих рішень щодо розподілу задач між агентами. Результатом є матриця розподілу $X = [x_{ij}]$, де $x_{ij} \in \{0,1\}$, причому $x_{ij} = 1$, якщо задача t_j призначена агенту a_i , і $x_{ij} = 0$ - інакше. Ціль управління полягає у максимізації функціонала ефективності:

$$\max J(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} w_{ij},$$

де w_{ij} - оцінка доцільності призначення задачі t_j агенту a_i з урахуванням можливостей агента, доступних ресурсів та умов середовища. Запропонована формалізація створює основу для подальшого дослідження алгоритмів координації та адаптивного розподілу задач у мультиагентному середовищі [5].

Важливим аспектом є інтеграція методів штучного інтелекту, зокрема методів комп'ютерного зору для аналізу даних із сенсорів та алгоритмів навчання для адаптації поведінки агентів. Це дозволяє підвищити якість прийняття рішень і ефективність виконання задач у складних умовах.

Наукова новизна дослідження полягає у формуванні підходу до побудови розподілених систем управління гетерогенними ансамблями безпілотних апаратів, що передбачає інтеграцію мультиагентних моделей, методів розподілу задач і інтелектуальних алгоритмів адаптації в єдину узгоджену систему управління, орієнтовану на функціонування в динамічних і невизначених середовищах.

Практичне значення дослідження полягає у визначенні можливостей застосування таких систем для вирішення широкого спектра прикладних задач. У сфері відновлення інфраструктури такі системи можуть використовуватися для інспекції об'єктів енергетики, моніторингу транспортних мереж, оцінки стану пошкоджених територій та підтримки процесів планування відновлювальних робіт [3]. У аграрному секторі застосування ансамблів безпілотних апаратів дозволяє реалізувати підходи точного землеробства, підвищити ефективність використання ресурсів і зменшити витрати [4].

Висновки

Таким чином, дослідження інтелектуальних розподілених систем управління гетерогенними ансамблями безпілотних апаратів спрямоване на формування теоретичних і прикладних засад створення ефективних кооперативних систем, здатних забезпечити вирішення складних задач у різних галузях економіки та сприяти цифровій трансформації інфраструктури України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nguyen H., Nguyen N. T., Nahavandi S. Deep Reinforcement Learning for Multi-Agent Systems: A Review of Challenges and Applications // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems. – 2020. – Vol. 50, No. 10. – P. 3826–3840.
2. Li X., Savkin A. V. Networked Multi-UAV Systems for Surveillance and Monitoring: A Review of Recent Advances // IEEE Access. – 2021. – Vol. 9. – P. 123–145.

3. Khan A., Noreen U., Habib Z. UAV-Based Infrastructure Inspection: Recent Applications and Challenges // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2021. – Vol. 12, No. 2. – P. 414–425.

4. Zhang C., Kovacs J. M. The Application of Small Unmanned Aerial Systems for Precision Agriculture: A Review // Precision Agriculture. – 2021. – Vol. 22. – P. 1–26.

5. Luo C., Miao Y., Wang X. Distributed Task Allocation for Multi-UAV Systems in Dynamic Environments // IEEE Internet of Things Journal. – 2022. – Vol. 9, No. 14. – P. 12100–12112.

УДК 338.24:35.072:004

Едуард ТЕЛЬЧАРОВ,
аспірант, кафедри менеджменту,
Національний університет “Запорізька політехніка”
Владислав КОРОЛЬКОВ,
кандидат економічних наук, професор,
професор кафедри менеджменту,
Національний університет “Запорізька політехніка”

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОБ’ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Анотація. У тезі досліджено роль інноваційних технологій у формуванні стратегії сталого розвитку об’єднаних територіальних громад. Обґрунтовано необхідність інтеграції цифрових рішень у систему стратегічного управління, визначено ключові виклики цифрової трансформації громад та запропоновано практичні інструменти їх подолання. Розглянуто економічні, соціальні та управлінські аспекти впровадження інноваційних технологій у діяльність органів місцевого самоврядування.

Ключові слова: сталий розвиток, територіальна громада, цифровізація, стратегічне управління, інноваційні технології, Smart City, електронне урядування.

Abstract. The thesis examines the role of innovative technologies in shaping the strategy of sustainable development of united territorial communities. The necessity of integrating digital solutions into the strategic management system is substantiated, key challenges of the digital transformation of communities are identified, and practical tools for overcoming them are proposed. Economic, social,

and managerial aspects of implementing innovative technologies in the activities of local self-government bodies are considered.

Keywords: *sustainable development, territorial community, digitalization, strategic management, innovative technologies, Smart City, e-government.*

Сучасні умови економічного відновлення України зумовлюють необхідність переосмислення підходів до стратегічного розвитку об'єднаних територіальних громад. Децентралізаційні процеси посилили роль місцевого самоврядування у формуванні економічної політики територій, що актуалізує питання ефективного використання інноваційних технологій. Цифрова трансформація стає одним із ключових факторів підвищення конкурентоспроможності громад, забезпечення прозорості управління та залучення інвестиційних ресурсів.

Сталий розвиток об'єднаних територіальних громад передбачає збалансоване поєднання економічних, соціальних та екологічних складових. Водночас саме цифрові технології створюють можливості для інтеграції цих компонентів у єдину систему стратегічного управління. Використання цифрових платформ, автоматизованих систем аналізу даних та електронних сервісів дозволяє оптимізувати управлінські процеси та підвищити ефективність використання ресурсів.

Стратегія сталого розвитку об'єднаної територіальної громади розглядається як комплексний документ довгострокового планування, що визначає пріоритети економічного зростання, соціального розвитку та екологічної безпеки. У сучасних умовах формування такої стратегії неможливе без застосування інструментів стратегічного менеджменту та цифрових технологій [1, 2].

Застосування SWOT-аналізу дозволяє оцінити внутрішній потенціал громади, визначити сильні та слабкі сторони, а також можливості й загрози зовнішнього середовища. Використання PEST-аналізу дає змогу систематизувати політичні, економічні, соціальні та технологічні фактори розвитку. Водночас цифрові аналітичні платформи значно підвищують точність прогнозування та якість стратегічного планування.

Важливим елементом стратегічного управління є впровадження системи ключових показників ефективності, що дозволяє оцінювати результати реалізації стратегії. Використання цифрових панелей моніторингу забезпечує оперативний контроль за виконанням стратегічних цілей та підвищує прозорість діяльності органів місцевого самоврядування [3].

Серед основних викликів цифрової трансформації об'єднаних територіальних громад можна виділити обмежені фінансові ресурси, недостатній рівень цифрової компетентності персоналу, нерівномірний



розвиток цифрової інфраструктури та низький рівень цифрової залученості населення. Крім того, важливим фактором є необхідність забезпечення кібербезпеки та захисту персональних даних.

Подолання зазначених викликів потребує формування комплексної політики цифрового розвитку громади. Вона повинна передбачати підвищення цифрової грамотності працівників органів місцевого самоврядування, розвиток електронних сервісів для населення та модернізацію технічної інфраструктури. Важливим напрямом є також залучення міжнародної технічної допомоги та грантових програм для фінансування цифрових проєктів.

Впровадження електронного урядування є одним із ключових інструментів цифрової трансформації громад. Електронні адміністративні послуги забезпечують зручність взаємодії громадян із органами влади, скорочують часові витрати та зменшують рівень бюрократії. Використання систем електронного документообігу підвищує ефективність управлінських процесів та сприяє оптимізації роботи органів місцевого самоврядування [4].

Важливим напрямом є використання концепції Smart City, яка передбачає інтеграцію інформаційних технологій у сферу управління інфраструктурою, транспортом, енергетикою та житлово-комунальним господарством. Застосування цифрових сенсорних систем дозволяє оптимізувати використання ресурсів та підвищити якість надання послуг населенню [5].

Цифрові платформи громадської участі сприяють розвитку електронної демократії та підвищують рівень довіри до місцевої влади. Онлайн-опитування, електронні петиції та бюджети участі забезпечують активне залучення населення до процесу прийняття управлінських рішень. Це сприяє формуванню соціальної згуртованості та підвищує ефективність реалізації стратегічних програм.

Використання цифрових технологій відкриває нові можливості для стимулювання підприємницької активності. Створення цифрових платформ підтримки бізнесу сприяє розвитку малого та середнього підприємництва. Онлайн-каталоги інвестиційних проєктів дозволяють залучати потенційних інвесторів та підвищувати інвестиційну привабливість території.

Розробка цифрового інвестиційного паспорта громади забезпечує систематизацію інформації про ресурсний потенціал, інфраструктуру та пріоритетні напрями розвитку. Використання геоінформаційних систем дозволяє здійснювати просторове планування території та оптимізувати розміщення об'єктів інфраструктури. Важливим інструментом є впровадження відкритих даних, що забезпечує прозорість управління та сприяє розвитку інноваційних сервісів. Доступ до інформації про бюджет, земельні ресурси та комунальне майно створює передумови для ефективного використання ресурсів громади [6].



Висновки. Інноваційні технології відіграють ключову роль у формуванні стратегії сталого розвитку об'єднаних територіальних громад. Цифровізація управління сприяє підвищенню ефективності діяльності органів місцевого самоврядування, покращує якість надання адміністративних послуг та забезпечує прозорість управлінських процесів. Інтеграція цифрових рішень у стратегічне планування дозволяє підвищити конкурентоспроможність громад та створити передумови для їх економічного зростання.

Комплексне впровадження інноваційних технологій, розвиток цифрової інфраструктури та активне залучення громадян до управлінських процесів забезпечують формування ефективної стратегії сталого розвитку об'єднаних територіальних громад в умовах економічного відновлення та цифрової трансформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Козак К. Б., Ніколюк О. В., Мироненко Б. В. Сталий розвиток об'єднаних територіальних громад: адаптивні інструменти управління персоналом. Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України. 2021. №. 1. С. 92-104.
2. Корольков В., Тельчаров Е. Концептуальні основи стратегічного планування розвитку об'єднаних територіальних громад: теоретико-методологічний аналіз та практичні імплікації. Економічний простір. 2025. №. 203. С. 121-127.
3. Назарчук Т. В., Тюріна Н. М., Бакай А. О. Формування стратегічно-орієнтованої системи управління на засадах ключових показників ефективності. Development Service Industry Management. 2024. № 3. С. 101–107.
4. Крамський С. О., Дарушин О. В., Захарченко О. В. Еволюція електронного урядування сталого розвитку послуг у вимірі турбулентності. Київський економічний науковий журнал. 2025. №. 9. С. 143-148.
5. Андрієнко А. Упровадження концепції «Smart City» в управління великими містами України: монографія. Publishing house «UKRLOGOS Group». 2024. С. 196-196.
6. Ткачук А. В. Формування системи державного регулювання релокації бізнесу як інструменту залучення інвестицій на регіональному рівні : дис. Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2025. 227 с.

УДК 658.012.2:004.8

Василь ТИМКОВИЧ

Аспірант, старший викладач

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

м. Київ, Україна

Павло ЗУБ

кандидат технічних наук, компанія HOTKEY

м. Херсон, Україна

ДОСВІД ПОБУДОВИ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ ОНЛАЙН ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ ШІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ SIMBIOZ EMS

Цифровізація управління підприємствами є одним із визначальних трендів сучасного менеджменту. Організації, що прагнуть до конкурентоспроможності, стикаються з трьома системними викликами: залежністю від носіїв знань ($\text{Bus Factor} > 1$), відсутністю єдиної цифрової архітектури, що узгоджує стратегічний та операційний рівні, та неможливістю здійснювати ефективне дистанційне управління без цифрового двійника підприємства. Подолання цих обмежень потребує не точкових автоматизацій, а системного впровадження корпоративної архітектури із вбудованим ШІ-шаром.

У цих тезах узагальнено досвід розробки та впровадження системи Simbioz EMS — комплексного рішення для дистанційного управління бізнесом, побудованого на засадах корпоративної архітектури та інструментів штучного інтелекту.

Архітектурна основа системи Simbioz EMS

В основу Simbioz EMS покладено трирівневу архітектурну рамку підприємства, яка поєднує три взаємозв'язані рівні управління:

- функціональний рівень — чіткий перелік та розмежування функцій підрозділів;

- процесний рівень — міжфункціональні процеси з описом ЦІО (Центральних Інформаційних Об'єктів);

- архітектурний рівень — потоки цінності, що охоплюють увесь ланцюг від запиту до результату.

Ключовим методологічним інструментом є поняття ЦІО — документа або об'єкта даних, що є головним результатом або ініціатором функції чи процесу. ЦІО слугує критерієм чіткого розмежування функцій бізнесу від процесів та

забезпечує трасованість управлінських рішень по всьому ланцюгу створення цінності.

Функціональний каталог Simbioz EMS охоплює 97 функцій у 7 підрозділах: Продажі та CRM, Фінанси та облік, Операційне управління, HR та розвиток персоналу, Маркетинг та комунікації, Логістика та постачання, Стратегія та архітектура бізнесу. До базового переліку з 76 функцій додано 21 нову функцію відповідно до міжнародних класифікаторів APQC PCF, ITIL 4, ISO 9001:2015 та принципів Exponential Organizations.

П'ятикомпонентна матрична модель підрозділу

Для моделювання кожного підрозділу запроваджено п'ятикомпонентну матрицю, що включає:

- Ресурси — людські, матеріальні та інформаційні активи;
- Функції бізнесу — стабільна відповідальність підрозділу за ЦЗП (цінний завершений продукт);
- Процеси — міжфункціональні потоки, що перетинають кілька зон відповідальності;
- Цифрові об'єкти — документи, записи, стани ЦІО в цифровій системі;
- KPI — кількісні показники результативності кожної функції та процесу.

Матрична модель є основою для проєктування ІІІ-агентів: кожен з п'яти компонентів відповідає певному типу агента. Ресурсний агент оптимізує завантаження ресурсів; функціональний агент виконує або асистує при виконанні конкретної функції; процесний агент координує міжфункціональні взаємодії; агент цифрових об'єктів управляє станами документів та даних; агент KPI здійснює моніторинг і прогнозування показників. Така типологія забезпечує системне охоплення всіх аспектів діяльності підрозділу.

Метод каскадного розгортання системи управління

Практична реалізація Simbioz EMS здійснюється за методом каскадного розгортання — поетапного переходу від загального до конкретного:

- рівень підприємства — визначення місії, стратегії та ключових потоків цінності;
- рівень потоків цінності — декомпозиція на міжфункціональні процеси;
- рівень підрозділів — побудова функціональних каталогів та матриць;
- рівень матриць і функцій/процесів — деталізація завдань та KPI з подальшим підключенням ІІІ-агентів.

Такий підхід унеможливорює хаотичну автоматизацію окремих функцій і гарантує узгодженість ІІІ-рішень зі стратегічними цілями організації. Ефект від системної автоматизації перевищує точкові рішення у 4–5 разів завдяки синергії між рівнями управління.

Практичні результати впровадження

Апробація Simbioz EMS у реальних умовах холдингу Simbioz дала змогу отримати такі результати:

- 71% функцій охоплено ІІІ-автоматизацією: 30% — повна автоматизація, 41% — часткова підтримка агентами;
- зростання продуктивності праці на 20–30% (McKinsey, 2024) завдяки передачі рутинних операцій агентам штучного інтелекту;
- ефект системної автоматизації у 4–5 разів перевищує ефект від впровадження точкових ІІІ-інструментів;
- досягнення Bus Factor = 0 — система управління функціонує незалежно від присутності конкретних співробітників завдяки повній цифровізації знань і процесів.

Bus Factor (показник організаційної стійкості) визначає кількість співробітників, відсутність яких критично зупиняє роботу організації. Традиційні підприємства мають Bus Factor $\geq 2-3$ для більшості ключових процесів. Впровадження Simbioz EMS із повною цифровізацією знань та ІІІ-агентами зводить цей показник до нуля, що є принципово новою якістю дистанційного управління.

Висновки

Запропонований підхід до побудови дистанційної системи управління бізнесом демонструє, що ефективна цифровізація потребує не лише технологічних інструментів, а насамперед якісно описаної корпоративної архітектури. Трирівнева модель (функції → процеси → потоки цінності) у поєднанні з п'ятикомпонентною матрицею підрозділу та типологією ІІІ-агентів формує цілісну методологічну основу для побудови цифрового двійника підприємства.

Simbioz EMS є практичним прикладом реалізації концепції «розумного підприємства», де ІІІ не замінює людину, а системно підсилює кожен управлінську функцію. Метод каскадного розгортання забезпечує масштабованість рішення та його відтворюваність для організацій різних галузей і розмірів.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою моделі зрілості дистанційного управління підприємством, що включає п'ять рівнів: від операційної автоматизації до предиктивного самоуправління на основі ІІІ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zachman J. A Framework for Information Systems Architecture. IBM Systems Journal. 1987. Vol. 26, No. 3. P. 276–292.
2. The Open Group. TOGAF Standard, Version 9.2. Van Haren Publishing, 2018. 692 p.

3. Business Architecture Guild. BIZBOK® Guide. Version 12.0. 2023.
4. APQC Process Classification Framework (PCF). Version 7.3.1. Houston: APQC, 2023.
5. McKinsey & Company. The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. 2024. URL: <https://www.mckinsey.com>.
6. Ismail S., Malone M. S., van Geest Y. Exponential Organizations 2.0. Diversion Books, 2023. 368 p.
7. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. Geneva: ISO, 2015.

УДК 004:004.89

Ігор ТРУБАЧОВ,
підприємець, NIP 7292768609 - Польща, м. Лодзь
Ліна БОГДАНОВА,
к.т.н., доцент
Донбаська державна машинобудівна академія,
м. Краматорськ - Тернопіль

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПОВТОРЮВАНІЙ ДИЛЕМІ В'ЯЗНЯ

Одним із найбільш перспективних напрямів сучасного моделювання прийняття рішень є застосування штучного інтелекту у задачах стратегічної поведінки агентів у багаторазових іграх. Однією з найбільш актуальних моделей таких взаємодій є повторювана дилема в'язня яка демонструє конфлікт між індивідуальною вигодою та спільним благом. При багаторазовому повторенні цієї гри агенти отримують можливість аналізувати дії суперників та адаптувати власну поведінку, що робить її ідеальним полігоном для досліджень.

Модель дилеми в'язня полягає в тому, що два агенти одночасно роблять вибір між співпрацею та зрадою. Найвищу сумарну винагороду отримують обидва у разі взаємної співпраці, однак кожен із них має стимул до зради заради більшої особистої миттєвої вигоди. У багаторазовому форматі гра дозволяє виявити стратегії, здатні підтримувати довгострокову кооперацію або домінувати над опонентом. Як зазначає Аксельрод, стратегія «око за око», яка була простою у реалізації, виявилась ефективною на перших турнірах [1]. Саме ця гра стала основою для широкого класу симуляцій, що моделюють соціальні, економічні та поведінкові системи.

У таких симуляціях традиційно використовуються статичні стратегії, які не змінюються протягом гри, наприклад, «завжди співпрацой», «завжди



зраджуй», «випадкова стратегія». Їх перевага полягає в простоті, проте вони не здатні адаптуватися до нових умов чи виявляти шаблони в поведінці суперника. Це є критичним обмеженням, адже зі збільшенням кількості раундів кількість можливих комбінацій взаємодій між двома агентами стрімко зростає і простий перебір варіантів стає математично непридатним. У таких умовах адаптивні стратегії, що базуються на принципах навчання з підкріпленням, значно перевершують статичні підходи, дозволяючи агенту коригувати свою поведінку на основі досвіду та накопиченої статистики [2, 3].

Метою дослідження є створення програмно-методичного комплексу, який дозволяє проводити симуляції турнірів між агентом з ШІ та набором ботів із фіксованими стратегіями, збирати дані про їхню поведінку, здійснювати статистичний аналіз, класифікувати суперників за стилем гри та навчати агента адаптивної політики з метою досягнення максимального виграшу.

Сутність експерименту полягає у порівнянні статичних алгоритмічних стратегій, поведінка яких визначається фіксованими правилами, з динамічною адаптивною моделлю ШІ-агента, яка формує рішення на основі історії взаємодій, очікуваних майбутніх винагород та накопиченого досвіду. Локальні приклади з обмеженою кількістю раундів використовуються для ілюстрації механізмів прийняття рішень, однак не є підставою для узагальнених висновків щодо ефективності.

Для отримання репрезентативних результатів програмний комплекс виконує серії повномасштабних турнірів тривалістю 200 раундів, у яких беруть участь 20 різних алгоритмічних стратегій, а також додаткові тестові стратегії, що не залучаються до процесу навчання ШІ-агента. Такий підхід дозволяє відокремити ефект перенавчання від реальної здатності агента до узагальнення.

Таким чином, визначено критерії й методики оцінки ефективності інтелектуального агента: час навчання, швидкість збіжності політики, кількість отриманих очок у турнірі, здатність адаптуватися до різних типів стратегій суперників, точність розпізнавання стратегічних паттернів.

Проведено тестування роботи розробленої моделі навчання з підкріпленням з метою перевірки точності оновленої політики, визначення помилок, нестабільних сценаріїв та потенційних проблем поведінки агента при різних типах суперників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Axelrod, R. The Evolution of Cooperation. New York: Basic Books, 2006. 264 p. ISBN 978-0465005640. URL: <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780465005642/the-evolution-of-cooperation>



2. Sutton, R. S., Barto, A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2018. 552 p. URL: <http://incompleteideas.net/book/RLbook2020.pdf>
3. Kolyubin, S. A. "Multi-agent systems: modeling and control." Procedia Computer Science, 2020, 169, 647–653. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.192>

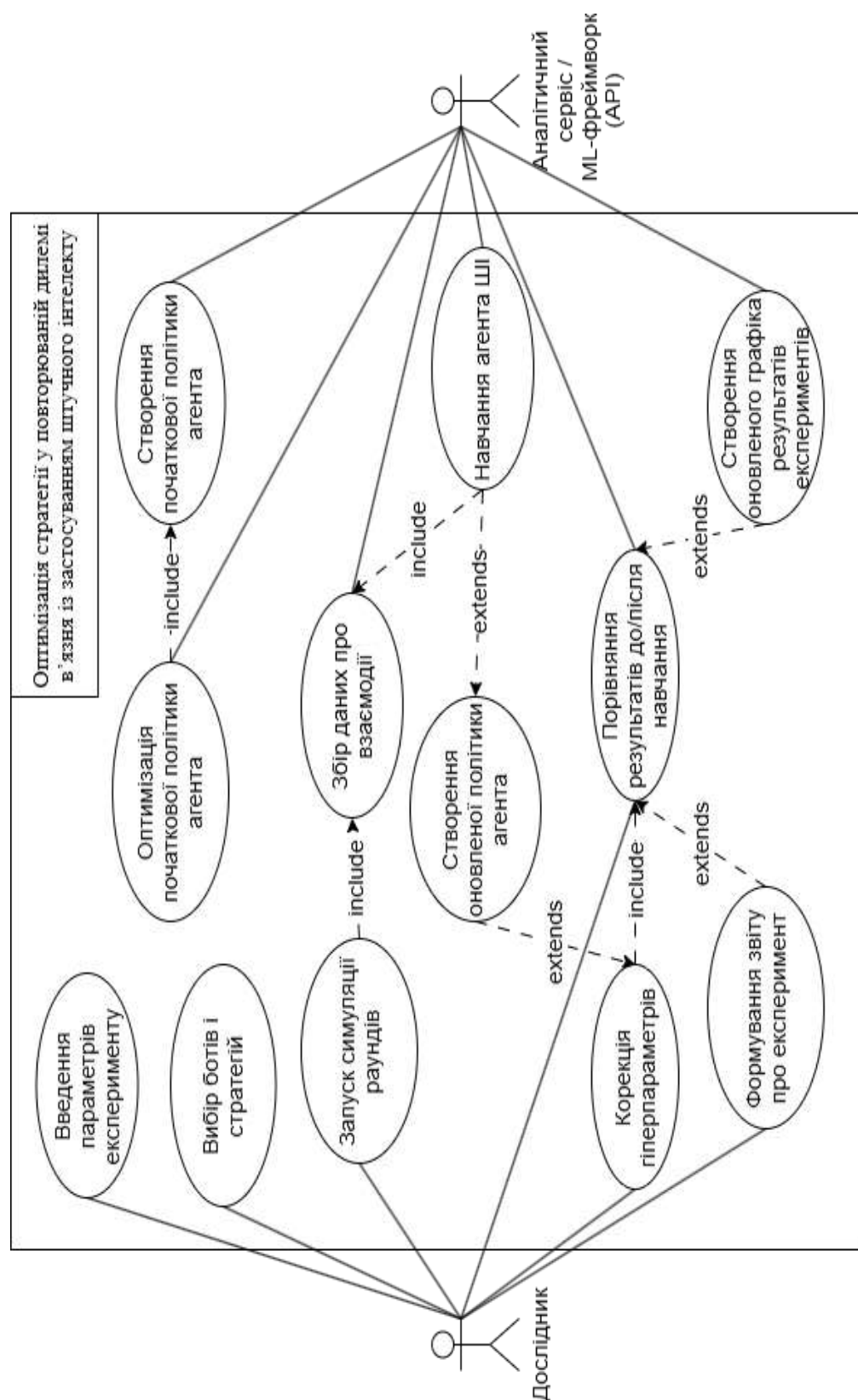


Рис. 1 – Діаграма прецедентів програмної платформи оптимізації стратегії у повторюваній дилемі в'язня із застосуванням штучного інтелекту

УДК 004.42:004.9:004.5

Олена УЧЕНЬ

студентка гр. БІП 3-22

*Київський національний університет технологій та дизайну
м. Київ*

Владислава СКІДАН

*кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри інформаційних та комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну
м. Київ*

Олена МИТЕЛЬСЬКА

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних та комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну
м. Київ*

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЙМІФІКОВАНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗАЛУЧЕНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ДО БЛАГОДІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Поєднання гейміфікованих підходів із соціально значущими цілями є актуальним напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій. В умовах воєнного стану в Україні значна кількість притулків для тварин зазнала суттєвого скорочення фінансування та зменшення обсягів волонтерської підтримки [1]. Водночас результати наукових досліджень свідчать про високу ефективність гейміфікації як інструменту підвищення залученості користувачів до благодійної діяльності [2-3]. Використання ігрових елементів, зокрема систем досягнень, індикаторів прогресу та механізмів винагород, сприяє формуванню стійких поведінкових патернів і регулярної взаємодії з цифровими платформами [4].

На перетині зазначених підходів запропоновано концепцію програмного продукту HarryDog – десктопного застосунку, в якому процес догляду за віртуальним домашнім улюбленцем інтегровано з механізмами реальної фінансової підтримки українських притулків для тварин.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю формування ефективних механізмів залучення користувачів до систематичної благодійної діяльності. Більшість існуючих благодійних платформ характеризуються епізодичністю взаємодії, коли користувач здійснює одноразову пожертву без

подальшого зворотного зв'язку, що знижує ймовірність повторних донатів. У контексті зростання потреб притулків та обмеженості ресурсів проблема трансформації разових проявів співчуття у стабільну підтримку набуває особливої значущості. Запропонований підхід, що передбачає інтеграцію донатів у ігровий процес, розглядається як перспективний інструмент підвищення рівня залученості користувачів.

Десктопний ігровий застосунок-симулятор HarryDog розроблено для операційної системи Windows із використанням технологій WPF, платформи .NET Framework 4.7.2, мови програмування C#, XAML та призначено для реалізації механік догляду за віртуальним персонажем із інтеграцією систем благодійних пожертв.

Функціональна модель застосунку передбачає взаємодію користувача з двома віртуальними персонажами (собака та кіт), між якими можливе перемикання без втрати накопиченого прогресу. Кожен персонаж має індивідуальні параметри стану, зокрема рівень настрою та часові характеристики. Основу ігрового процесу становлять дії догляду (гра, годування, прогулянка), які впливають на показник настрою (рис.1) та витрачають ігрову валюту.

Рівень настрою реалізовано у вигляді шкали (0–100) та візуалізовано за допомогою індикатора прогресу, що безпосередньо корелює з візуальним станом персонажа (негативний, нейтральний, позитивний). Додатково передбачено використання анімаційних елементів, що відображають результати взаємодії користувача з ігровим середовищем.

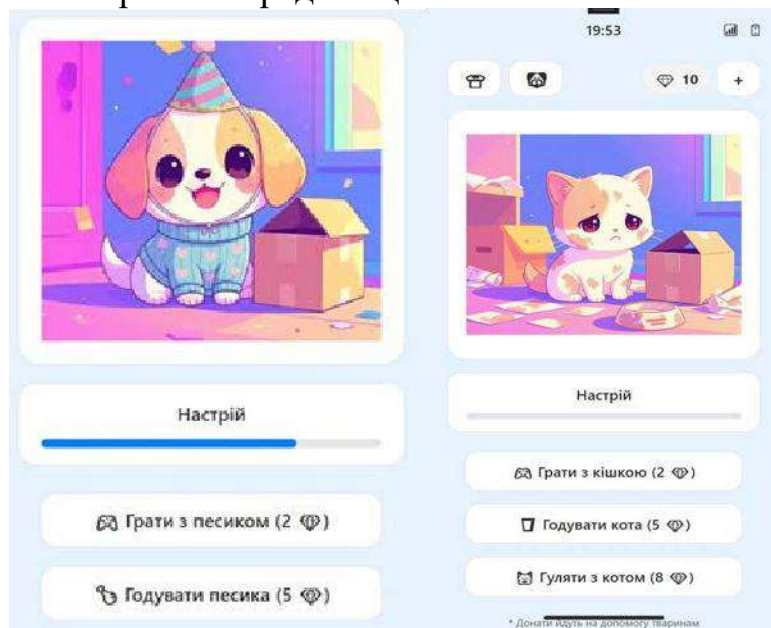


Рисунок 1 – Рівень настрою персонажів

З метою стимулювання регулярної активності реалізовано механізм поступового зниження рівня настрою з використанням таймерів. У разі тривалої відсутності взаємодії відбувається прискорена деградація стану персонажа, що формує додаткову мотивацію до повернення користувача в застосунок. Реалізація здійснена із використанням механізму DispatcherTimer, що забезпечує ефективне використання ресурсів системи.

Ігрова економіка базується на використанні внутрішньої валюти (діаманти), яка витрачається на виконання дій та придбання елементів віртуального гардеробу. Доступ до функцій кастомізації обмежується рівнем настрою персонажа, що стимулює підтримання його позитивного стану.

Ключовим компонентом застосунку є інтегрована система благодійних пожертв, яка забезпечує взаємозв'язок між ігровим прогресом та реальними донатами. Користувачу надається доступ до переліку українських притулків із можливістю переходу до відповідних платіжних сервісів. Після здійснення пожертви користувач отримує внутрішню ігрову винагороду, що формує мотивацію до повторної участі у благодійній діяльності.

Технічна реалізація застосунку включає використання платформи Windows Desktop (WPF), механізмів локального збереження стану (Properties.Settings), оптимізованих таймерів та графічних ресурсів. Застосунок характеризується автономністю роботи (за винятком функцій донату), помірними системними вимогами та орієнтацією на користувацький досвід.

Таким чином, розроблений програмний продукт є прикладом ефективної інтеграції гейміфікованих підходів у сферу благодійності. Запропонована модель дозволяє подолати обмеження традиційних платформ за рахунок забезпечення зворотного зв'язку та підвищення рівня залученості користувачів. Практична значущість роботи полягає у можливості використання подібних рішень для підтримки соціально важливих ініціатив, зокрема в умовах кризових ситуацій.

Перспективи подальших досліджень включають удосконалення механізмів верифікації пожертв шляхом інтеграції з API платіжних систем та розширення функціональності застосунку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко О. О., Паламарчук Є. А. Моделі гейміфікації в системах управління навчанням: монографія. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 85 с. – URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/766>
2. Golrang A., Safari H. Applying Gamification Design to a Donation-Based Crowdfunding Platform for Improving User Engagement // Computers in Human

Behavior Reports. – 2021. – Vol. 3. – Article 100058. – URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/computers-in-human-behavior-reports>

3. Gong X., Ye S. Not just the game: The impact of structural gamification on charitable donation // Acta Psychologica. – 2025. – Vol. 260. – Article 105521. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105521>

4. Wu Y., Xiao L., Hu Z., Liu N., Feng N. Gamified giving: Contingent effects of leaderboard rankings on donation behavior in online medical crowdfunding // Decision Support Systems. – 2025. – Vol. 196. – Article 114505. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016792362500106X>

УДК 004.7

Андрій ХОДАКОВСЬКИЙ

студент спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»

Марина КАРАМУШКА

к.т.н., доцент

кафедри інформатики і комп'ютерних наук

Херсонський національний технічний університет

ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БІЗНЕСІ: ПЕРЕВАГИ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ

Цифрова трансформація бізнесу є однією з ключових тенденцій сучасної економіки. Серед технологій, що забезпечують цю трансформацію, хмарні обчислення (cloud computing) займають особливе місце завдяки здатності надавати гнучкий доступ до обчислювальних ресурсів, платформ та програмного забезпечення через мережу Інтернет. За даними аналітичної компанії Gartner, світовий ринок публічних хмарних послуг у 2024 році перевищив 679 млрд доларів США, а прогнозоване зростання до 2027 року складатиме понад 20 % щорічно [1].

Актуальність теми зумовлена тим, що хмарні технології стали невід'ємною частиною інфраструктури підприємств різного масштабу — від стартапів до транснаціональних корпорацій. Для українського бізнесу, який функціонує в умовах воєнного стану, хмарні рішення набувають особливого значення, оскільки дозволяють забезпечити безперервність діяльності, віддалену роботу та збереження критично важливих даних поза межами фізичної інфраструктури.

Мета дослідження — систематизувати переваги та виклики впровадження хмарних технологій у бізнес-процеси, проаналізувати основні моделі хмарних



послуг (IaaS, PaaS, SaaS) та визначити перспективи використання хмарних рішень для українських підприємств.

1. Сутність та моделі хмарних обчислень. Хмарні обчислення — це модель надання ІТ-ресурсів (серверів, сховищ даних, баз даних, мережевих компонентів, програмного забезпечення) через Інтернет за принципом «на вимогу» (on-demand). Національний інститут стандартів і технологій США (NIST) визначає три основні моделі обслуговування [2]:

- IaaS (Infrastructure as a Service) — надання віртуальної інфраструктури: серверів, мереж, систем зберігання даних. Прикладами є Amazon Web Services (AWS) EC2, Microsoft Azure Virtual Machines, Google Compute Engine;

- PaaS (Platform as a Service) — надання платформи для розробки, тестування та розгортання програмних додатків без необхідності управління базовою інфраструктурою. Прикладами є Google App Engine, Azure App Service, Heroku;

- SaaS (Software as a Service) — надання готового програмного забезпечення через браузер або API. Прикладами є Google Workspace, Microsoft 365, Salesforce, Slack.

Кожна з моделей має свою сферу застосування залежно від потреб бізнесу, рівня технічної компетенції та бюджету підприємства.

2. Переваги хмарних технологій для бізнесу. Впровадження хмарних рішень надає підприємствам низку суттєвих переваг:

- зниження капітальних витрат: компанії не потребують придбання та обслуговування власних серверів, що дозволяє перевести ІТ-витрати з моделі CAPEX у модель OPEX;

- масштабованість: хмарні ресурси можна динамічно збільшувати або зменшувати залежно від поточного навантаження, що особливо важливо для сезонного бізнесу та стартапів;

- забезпечення віддаленої роботи: хмарні сервіси доступні з будь-якої точки світу, що дозволяє організувати розподілені команди та гнучкий графік роботи;

- швидкість розгортання: нові сервіси та додатки можуть бути запущені за лічені хвилини, що прискорює вихід продуктів на ринок (time-to-market);

- автоматичне резервне копіювання та відновлення даних, що підвищує рівень відмовостійкості бізнес-процесів [3].

За даними McKinsey, компанії, які активно використовують хмарні технології, демонструють на 20–30 % вищу операційну ефективність порівняно з конкурентами, що покладаються виключно на локальну інфраструктуру [4].

3. Виклики та ризики впровадження хмарних технологій. Попри очевидні переваги, перехід до хмарних рішень пов'язаний із низкою викликів:



- безпека даних: розміщення конфіденційної інформації на серверах третіх осіб створює ризики несанкціонованого доступу, витоку даних та кібератак. Це питання є особливо гострим для фінансового та медичного секторів;

- залежність від провайдера (vendor lock-in): використання специфічних сервісів одного хмарного провайдера ускладнює міграцію до іншого постачальника, що може призвести до зростання витрат та зниження гнучкості;

- складність міграції: перенесення існуючих систем та баз даних у хмару вимагає значних часових та фінансових ресурсів, а також кваліфікованого персоналу;

- залежність від якості інтернет-з'єднання: нестабільний або повільний доступ до мережі може суттєво знизити ефективність роботи з хмарними сервісами;

- питання відповідності нормативним вимогам: зберігання персональних даних у хмарі має відповідати вимогам законодавства про захист персональних даних, зокрема Закону України «Про захист персональних даних» [5].

4. Хмарні технології в умовах воєнного стану в Україні. Повномасштабне вторгнення Російської Федерації в Україну у 2022 році суттєво вплинуло на ІТ-інфраструктуру українських підприємств. Фізичне знищення серверних приміщень, перебої з електропостачанням та масова релокація бізнесу зробили хмарні технології не просто зручним, а критично необхідним інструментом.

Багато українських компаній здійснили екстрену міграцію даних та сервісів у хмару протягом перших місяців війни. Міністерство цифрової трансформації України активно сприяло цьому процесу, зокрема через програми цифровізації та партнерство з міжнародними хмарними провайдерами. AWS, Microsoft Azure та Google Cloud надали українським компаніям та державним установам безкоштовні або пільгові хмарні ресурси.

Досвід українського бізнесу підтвердив, що мультихмарна стратегія (використання послуг кількох провайдерів одночасно) є найбільш стійкою до зовнішніх загроз, оскільки дозволяє уникнути залежності від одного постачальника та забезпечити географічне розподілення даних [6].

5. Перспективи розвитку хмарних технологій у бізнесі. Серед ключових тенденцій розвитку хмарних обчислень, які визначатимуть бізнес-ландшафт найближчих років, варто виділити:

- розвиток гібридних хмарних середовищ, що поєднують публічні та приватні хмари, дозволяючи компаніям оптимально розподіляти навантаження з урахуванням вимог безпеки та продуктивності;

- поширення граничних обчислень (edge computing), що доповнюють хмарні сервіси обробкою даних ближче до їх джерела, зменшуючи затримки для критичних додатків;



- зростання ринку мультихмарних рішень, що забезпечують портативність додатків між різними провайдерами за допомогою контейнеризації (Docker, Kubernetes);

- посилення уваги до безсерверних обчислень (serverless computing), які дозволяють розробникам зосередитися на бізнес-логіці, не турбуючись про управління інфраструктурою;

- посилення регулювання та стандартизації хмарних послуг на національному та міжнародному рівнях, що підвищить довіру бізнесу до хмарних рішень [7].

Хмарні технології є потужним інструментом цифрової трансформації бізнесу, що забезпечує зниження витрат, підвищення масштабованості та гнучкості IT-інфраструктури підприємств. Аналіз моделей хмарних послуг (IaaS, PaaS, SaaS) свідчить про те, що кожне підприємство може обрати оптимальний формат хмарних рішень відповідно до своїх потреб та ресурсів.

Водночас впровадження хмарних технологій потребує системного підходу до управління ризиками, зокрема в питаннях безпеки даних, залежності від провайдера та відповідності нормативним вимогам. Для українського бізнесу хмарні технології стали не лише засобом оптимізації, а й інструментом виживання в умовах воєнного стану, забезпечуючи безперервність діяльності та збереження даних.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розробка методології оцінки економічної ефективності міграції українських підприємств у хмару з урахуванням специфіки воєнного та повоєнного періодів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gartner. Forecast: Public Cloud Services, Worldwide, 2022–2027. Gartner Research, 2024.

2. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. NIST Special Publication 800-145. National Institute of Standards and Technology, 2011. 7 p.

3. Марков Є. М., Олійник О. О. Хмарні технології в інформаційних системах підприємств : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 224 с.

4. McKinsey & Company. Cloud's trillion-dollar prize is up for grabs. McKinsey Digital Report, 2021.

5. Закон України «Про захист персональних даних» від 01.06.2010 № 2297-VI. Відомості Верховної Ради України. 2010. № 34. Ст. 481.

6. IDC. Worldwide Whole Cloud Forecast, 2023–2027. International Data Corporation, 2023.

7. Сосновський О. А. Цифрова трансформація бізнесу: хмарні обчислення та інфраструктурні рішення. Економіка та суспільство. 2022. Вип. 45. С. 112–118.

УДК 004.738.5:316.42

В. А. ХОХЛОВ,

к.т.н., senior mobile-developer

ТОВ «Tangram», м. Херсон, Україна

В. А. ДОБРОВОЛЬСЬКА,

к.і.н., доцент,

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Ю. Я. ЗАЗА,

к.філол.н., доцент,

Львівський національний університет імені Івана Франка,

м. Львів, Україна

ВПЛИВ КУЛЬТУРНИХ ТА МОВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

Вступ

У повоєнному відновленні Херсонщини зокрема та України в цілому важливим буде знайти ті напрями діяльності, в яких ми зможемо скласти гідну конкуренцію на світовому ринку. Одним з таким напрямів є і, безумовно, залишатиметься ІТ-сфера. Однак слід враховувати, що в сучасних умовах глобалізації ринку програмного забезпечення мобільні, десктопні та веб-додатки орієнтуються на багатомільйонну аудиторію користувачів із різних країн та культурних середовищ. Це зумовлює необхідність врахування мовних та культурних особливостей (локалізації та інтернаціоналізації) як ключового чинника успішності цифрових продуктів.

Культурні особливості визначають сприйняття дизайну, контенту та взаємодії з користувачем. Колорова гама, іконографіка, символи, образи та навіть логіка користувацьких сценаріїв можуть мати різне значення в різних культурах. Ігнорування цих аспектів здатне викликати непорозуміння або негативну реакцію аудиторії, що безпосередньо впливає на рівень утримання користувачів (retention rate).

Однак, базовою умовою доступності додатка є мовна адаптація інтерфейсу користувача. Використання рідної мови підвищує зрозумілість функціоналу, зменшує когнітивне навантаження та сприяє зростанню рівня задоволеності користувачів. При цьому важливо враховувати не лише переклад текстів, а й особливості граматики, довжину рядків, напрямок письма

(наприклад, для мов із правостороннім письмом), а також локальні стандарти форматування дат, часу, чисел та валют.

Виклад матеріалу

Важливим чинником успішності розроблюваного додатка є приділення уваги процесам інтернаціоналізації (i18n) і локалізації (l10n) ще на самих ранніх етапах проєктування. Використання сучасних фреймворків і бібліотек, підтримка ресурсних файлів, адаптивних макетів і механізмів підвантаження локалізованого контенту дозволяє суттєво знизити витрати на масштабування продукту. Тобто, в умовах обмеженості ресурсів, першочерговим питанням є не те, як додати в проєкт підтримку того чи іншого регіону та, зокрема, мови (оскільки технологічна й інструментальна підтримка цей процес значно спрощує), а які саме регіони й мови має сенс додавати з погляду економічної доцільності.

У світі налічується понад 7000 живих мов. В п'ятірку найпоширеніших мов входять: китайська, англійська, гінді, іспанська та арабська [1]. В табл. 1 наведена орієнтовна кількість носіїв зазначених мов.

Таблиця 1.

Орієнтовна кількість носіїв найпоширеніших мов

Мова	Кількість носіїв
Китайська	1.3 мільярда
Англійська	600 мільйонів
Гінді	490 мільйонів
Іспанська	427 мільйонів
Арабська	267 мільйонів

Розглянемо яким чином врахування регіональних й культурних особливостей впливає на розповсюдженість додатків на прикладі реалізації двох настільних ігор для мобільних телефонів – Сиджа (Seega) [2; 3; 4] та Манкала [5; 6; 7]. Обидві гри походять з африканського континенту і є доволі популярними й поширеними в Африці та Азії.

На рис. 1. та рис. 2 представлені скріншоти цих програм.

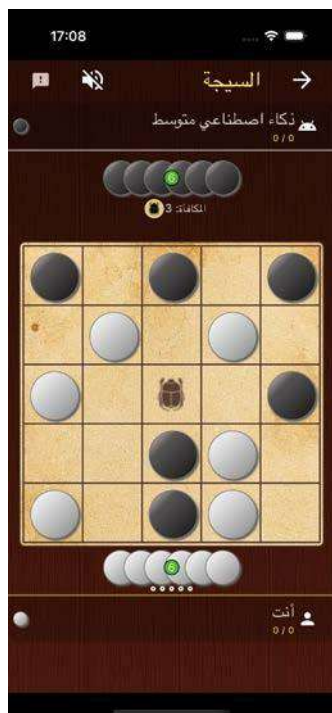


Рис. 1. Гра Сиджа



Рис. 2. Гра Манкала

В табл. 2 представлена інформація про вказані версії програм.

Таблиця 2.

Характеристики ігор Сиджа та Манкала

	Манкала	Сиджа
Рік випуску	2022	2023
Підтримувані мови	GGBB English, UUAA Українська, EES Español, KKRR 한한한	GGBB English, UUAA Українська, PPTT Português, SSAA العربية
Кількість встановлень на 29.03.2026	263	652
Кількість активних щоденних користувачів на (DAU) 29.03.2026	34	101

На рис. 3 наведено графік встановлень гри Манкала за період з 1 по 25 березня 2026 р.

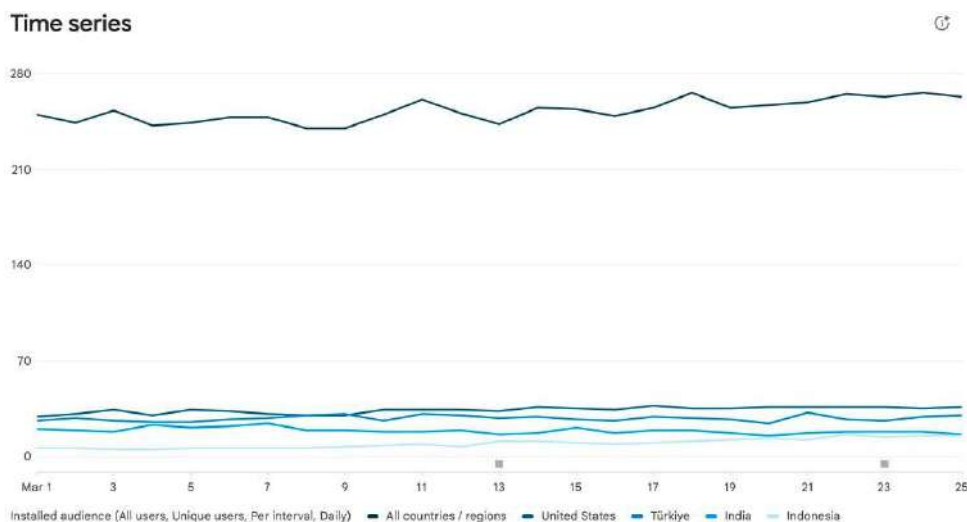


Рис. 3. Графік встановлень гри Манкала

На рис. 4 наведено графік встановлень гри Сиджа за період з 1 по 25 березня 2026 р.

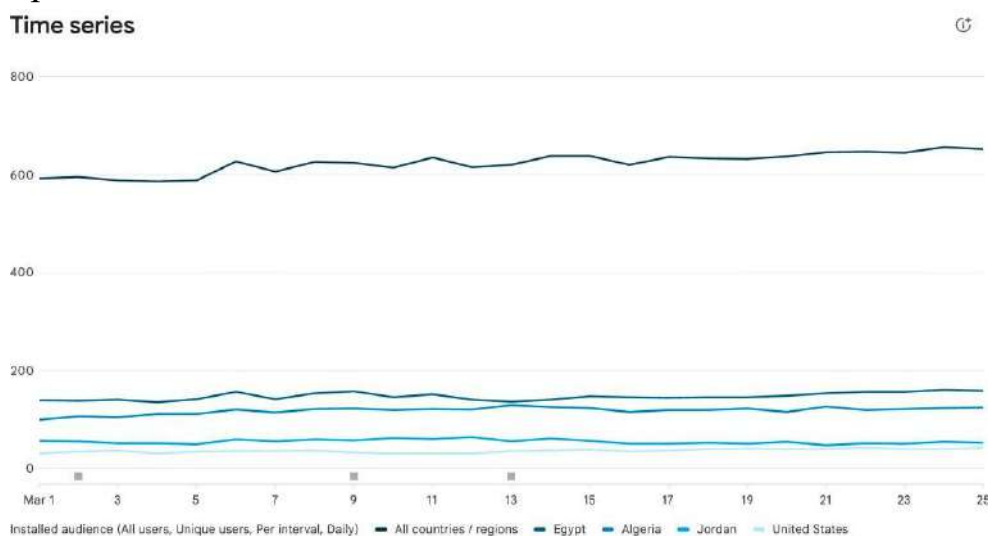


Рис. 4. Графік встановлень гри Сиджа

На рис. 5 наведено графік щоденних активних користувачів (DAU) для гри Манкала за період з 22 по 28 березня 2026 р.



Рис. 5. Графік щоденних активних користувачів (DAU) для гри Манкала

На рис. 6 наведено графік щоденних активних користувачів (DAU) для гри Сиджа за період з 22 по 28 березня 2026 р.

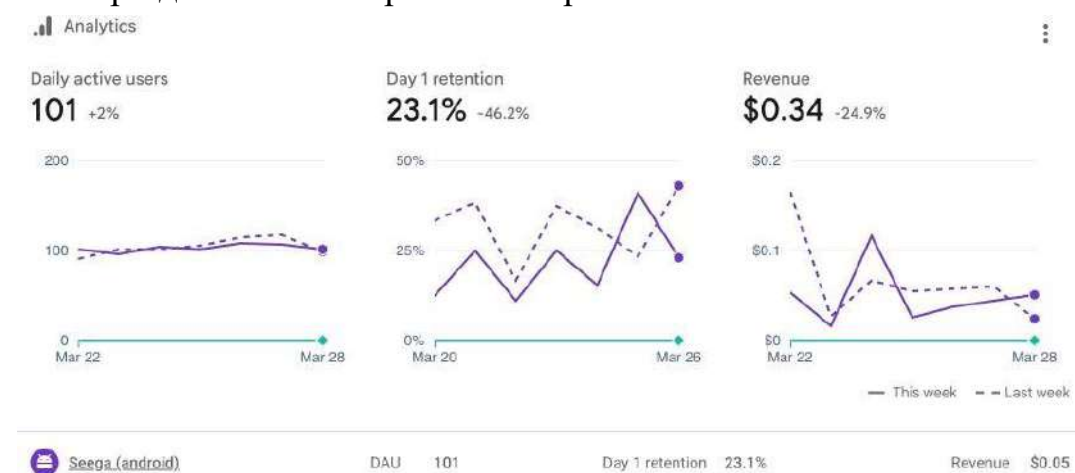


Рис. 6. Графік щоденних активних користувачів (DAU) для гри Сиджа

Отже, незважаючи на ширший ареал іспанської мови та раніший випуск гри «Манкала», «Сиджа» на даний момент має ширше охоплення аудиторії. Це пояснюється тим, що при розробці Сиджі була правильно вибрана цільова аудиторія і реалізована правильна підтримка культурних й національних факторів.

Висновки

Таким чином, врахування мовних та культурних чинників є не лише питанням зручності користування, а й стратегічним аспектом розробки мобільних додатків. Комплексний підхід до локалізації сприяє підвищенню якості програмного продукту, розширенню ринків збуту та формуванню позитивного користувацького досвіду, що в кінцевому підсумку визначає

комерційний успіх додатка. Також необхідно враховувати економічну доцільність підтримки тих чи інших мовних та культурних особливостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. 10 найпопулярніших мов для перекладу вашої програми. URL: <https://www.kenaztranslations.com/uk/top-10-mov-lokalizatsiji> (дата звернення: 18.02.2026).
2. Seega (game) // [https://en.wikipedia.org/wiki/Seega_\(game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Seega_(game)) (дата звернення: 19.02.2026).
3. Android-версія гри Сиджа. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.xbasoft.seega> (дата звернення: 19.02.2026).
4. iOS-версія гри Сиджа. URL: <https://apps.apple.com/app/seega-desert-checkers/id6747625630> (дата звернення: 19.02.2026).
5. Mancala URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mancala> (дата звернення: 19.02.2026).
6. Android-версія гри Манкала. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.xbasoft.mancala> (дата звернення: 19.02.2026).
7. iOS-версія гри Манкала URL: <https://apps.apple.com/app/mancala-games/id6749502881> (дата звернення: 19.02.2026).

УДК 004.7:004.4:378.1

Сергій ЧОРНОУС

старший викладач

кафедри Комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ

Дмитро КАСАТКІН

кандидат педагогічних наук, доцент, академік,

завідувач кафедри Комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Олексій ЧОРНОУС

здобувач освіти II освітнього ступеня «магістр»

спеціальності F7 «Комп'ютерна інженерія»,

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ



ФУНКЦІОНАЛЬНО-РОЛЬОВА КЛАСИФІКАЦІЯ ВУЗЛІВ У ГРАФОВІЙ МОДЕЛІ ГЕТЕРОГЕННОЇ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ РЕСУРСІВ

Ключові слова: комунікаційні мережі; кампусні мережі; графова модель; заклад вищої освіти (ЗВО); інфраструктура ЗВО; гетерогенна мережа; нестационарний трафік; віртуалізація ресурсів, розподіл навантаження; моделювання, модель, оптимізація маршрутизації; Software-Defined Networking; Network Functions Virtualization; Knowledge-Defined Networking; графові нейронні мережі; QoS; QoE; управління мережевими ресурсами.

Сучасна мережа закладу вищої освіти являє собою складну гетерогенну систему, у якій кожен вузол виконує строго визначену функціональну роль. Один вузол забезпечує магістральний обмін трафіком між корпусами, інший відповідає за бездротове покриття аудиторій, третій працює як віртуальний мережевий функціонал у хмарі. Без чіткого розуміння цих ролей будь-які спроби віртуалізації ресурсів (міграція віртуальних машин, оркестрація контейнерів, динамічне масштабування SDN-контролерів) призводять до нераціонального використання обладнання та порушення вимог QoS. Тому в межах зваженої орієнтованої графової моделі мережі ЗВО особливого значення набуває саме функціонально-рольова класифікація вузлів. У цій статті ми детально розглядаємо цю класифікацію як самостійний інструмент, що дозволяє не лише описувати топологію, а й формувати ефективні стратегії оптимізації розподілу віртуалізованих ресурсів у реальних умовах університетської інфраструктури.

Університетські мережі формувалися протягом десятиліть і поєднують обладнання різних поколінь: від комутаторів 2010 року до сучасних Wi-Fi6 точок доступу, фізичних серверів і контейнерних оркестраторів Kubernetes. У такому середовищі традиційний підхід, коли всі вузли вважаються рівнозначними, є неприйнятним.

Ми пропонуємо формальне розбиття множини вузлів V на вісім непересічних класів:

$$V = \bigcup_{i=1}^8 V_i, ; V_i \cap V_j = \emptyset (i \neq j) \#(1)$$

Кожен клас V_k має свій вектор атрибутів α_k , який включає швидкість портів, надійність, типові функції та обмеження. Такий поділ дає змогу не тільки точно описувати топологію, а й будувати цільові функції оптимізації з урахуванням реальних ролей вузлів у процесах віртуалізації.

Розглянемо класи детальніше. Для кожного з них наведемо типові кількісні показники та математичні властивості в графовій моделі.

Клас V₁ – Ядро мережі (Core Layer). Це «серце» мережі. Зазвичай 1-4 вузли з портами 10-100 Гбіт/с і надійністю не нижче 0,9999.

Клас V₂ – Агрегаційний рівень. 4-16 вузлів. Вони збирають трафік від рівня доступу і передають його в ядро.

Клас V₃ – Рівень доступу. Найчисленніший клас (20-200 вузлів).

Клас V₄ – Серверна інфраструктура. 10–100 вузлів. Тут розміщуються веб-сервери, бази даних, гіпервізори. Саме тут віртуалізація (ВМ і контейнери) дає найбільший ефект.

Клас V₅ – Засоби безпроводового доступу. 50-500 точок.

Клас V₆ – Кінцеві пристрої. Найбільш численний і гетерогенний клас (1000-50000+).

Клас V₇ – Мережеві функціональні вузли (VNF). Віртуальні маршрутизатори, фаєрволи, балансувальники.

Клас V₈ – Шлюзи та міжмережевий рівень. 2-8 вузлів з WAN-з'єднаннями 1-100 Гбіт/с.

Зведена характеристика всіх класів подана в таблиці 1.

Таблиця 1.

Класифікація вузлів мережі ЗВО за функціональними ролями

Клас	Назва класу	Типова кількість	Швидкість, Гбіт/с	Надійність
V1	Ядро мережі	1-4	10-100	$\geq 0,9999$
V2	Агрегаційний рівень	4-16	1-10	$\geq 0,999$
V3	Рівень доступу	20-200	0,1-1	$\geq 0,99$
V4	Серверна інфраструктура	10-100	1–100	$\geq 0,999$
V5	Безпроводовий доступ	50-500	$\leq 9,6$ (теор.)	$\geq 0,99$
V6	Кінцеві пристрої	1000-50000+	0,1-2,5	-

Продовження таблиці 1.

V7	VNF/SDN- вузли	5-50	1-25	$\geq 0,999$
V8	Шлюзи WAN/Cloud	2-8	1–100	$\geq 0,9999$

Знання функціональної ролі кожного вузла дозволяє по-різному підходити до процесів віртуалізації. На вузлах ядра (V_1) доцільно розміщувати лише високонадійні VNF. На рівні доступу (V_3) недоцільно запускати ресурсоемні контейнери. Для кінцевих пристроїв (V_6) головне – стабільне підключення з гарантованою QoS. Такий диференційований підхід дає змогу формувати цільові функції оптимізації, у яких враховуються не тільки технічні параметри (пропускна здатність, затримка), а й функціональна приналежність вузла, що особливо важливо в умовах нестаціонарного навантаження типового для ЗВО.

Висновки. Запропонована функціонально-рольова класифікація вузлів у графовій моделі мережевої інфраструктури закладів вищої освіти виступає концептуально важливим інструментом для формалізації та оптимізації процесів управління віртуалізованими ресурсами. Вона трансформує абстрактне представлення топології у прикладну основу для розробки стратегій розподілу навантаження та забезпечення вимог QoS/QoE в умовах гетерогенного та нестаціонарного середовища.

Перспективним напрямом подальших досліджень є створення алгоритмів автоматизованого віднесення вузлів до відповідних класів, а також інтеграція запропонованої класифікації у системи моніторингу та оркестрації мережевих ресурсів у парадигмі Knowledge-Defined Networking. Це дозволить підвищити адаптивність та ефективність управління інфраструктурою ЗВО, забезпечуючи її стійкість до змінних умов функціонування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Baran P. On distributed communications networks // IEEE Transactions on Communications. – 1964. – Vol. 12, No. 1. – P. 1–9.
2. Kreutz D. et al. Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey // Proceedings of the IEEE. – 2015. – Vol. 103, No. 1. – P. 14–76.
3. ETSI GS NFV 002 V1.2.1. Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework. – 2014.

4. Open Networking Foundation. SDN Architecture. – ONF TR-521, 2014.
 5. Zhang Z. et al. Graph Neural Networks for Network Management and Optimization // IEEE Transactions on Network and Service Management. – 2023. – Vol. 20, No. 2. – P. 1245–1268.
 6. Wang M. et al. Knowledge-Defined Networking: A Survey // ACM Computing Surveys. – 2024. – Vol. 56, No. 3. – Article 45.
 7. Wu J. et al. Time-Varying Graphs: A Survey // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 45678–45695.
-

УДК 004.58:005.95/.96

Карина ШЕВЧЕНКО,

*студентка гр. БІП2-22, факультет інженерії
та інформаційних технологій,*

Київський національний університет технологій та дизайну

Тетяна ДЕМКІВСЬКА,

*кандидатка технічних наук, доцентка кафедри інформаційних та
комп'ютерних технологій, Київський національний університет
технологій та дизайну*

РЕАЛІЗАЦІЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗБОРУ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ СПІВРОБІТНИКІВ ЩОДО ЗАДОВОЛЕНOSTІ

Зворотний зв'язок співробітників є одним з ключових інструментів комунікації між працівниками та компанією в сучасній практиці. Результати відгуків використовуються як джерело даних для вибудови показників та метрик в HR-аналітиці. В майбутньому на їх основі приймаються управлінські рішення, ефективність котрих визначається також шляхом визначення задоволеності працівників, що робить збір зворотного зв'язку систематичним та циклічним. Сформовані метрики є цінними показниками в стратегічних методах управління, та дозволяють відстежувати динаміку, аналізувати та прогнозувати рішення наперед. Що особливо важливо в рамках прогнозувальної аналітики: планування кадрової політики, виявлення групи ризиків, а також передбачення ймовірних звільнень серед персоналу. Це дозволяє оцінити ефективність поточних методів управління та вжити завчасно необхідні заходи її покращення за потреби.

Сучасні можливості дозволяють перенести збір відгуку у електронний формат, що дозволяє автоматизувати та масштабувати процес у великих організаціях. Основні методи можна поділити на наступні категорії:



- Структуровані;
- Неструктуровані;
- Автоматизовані;
- Поведінкові.

До структурованих методів відносять стандартизовані опитувальні форми, які часто реалізуються через типові анкети з фіксованими питаннями та варіантами відповідей або шкалами, як Likert (наприклад, від 1 до 5). Такі легко реалізувати через доступні сервіси, як Google Forms, SurveyMonkey, Officevibe, корпоративний чат-бот або email листи. До виду подібних опитувальників відносять pulse-опитування, що є короткими та регулярними, наприклад щотижневими або щомісячними. Безперервний потік інформації з подібних опитувань дозволяє організаціям бути більш проактивними та рухатися вперед, а не озиратися назад [1]. Структурованість наведених методів дозволяє швидко збирати відгуки, складати чіткі показники та проводити моніторинг у реальному часі.

Напротивагу структурованим методам можна виділити неструктуровані. Це підходи з менш жорсткими рамками щодо формату та періоду опитування. Поширеним прикладом є опитування з відкритими питаннями, доступні канали відгуку, або self-service фідбек (ініційований працівником). Такі опитування надають більше інформації та деталей, поглиблюючи аналіз. Але неструктурований формат відповідей або нерівномірність періоду ініціювання потребує більшого ресурсу для аналізу та складно трансформується у чіткі метрики, складно піддається автоматизованій обробці.

Неструктуровані методи ефективно поєднувати з автоматизованими. Наприклад, впровадження Natural Language Processing (NLP) та Machine Learning (ML) дозволяє дієво аналізувати відкриті або неструктуровані відповіді респондентів [2]. Це спрощує процес розбиття відгуку на певні показники та пришвидшує аналіз. Інструменти NLP, ML та Deep Learning (DL) у подальшому можуть бути використані у прогнозувальній аналітиці. До автоматизованих методів можна також віднести впровадження цілих єдиних систем, що збирають відгук та відразу трансформують його у легко доступні результати для кадрових працівників. Сучасними прикладами є HRIS та HRM платформи [3], а також VI-орієнтовані системи і корпоративні застосунки. Подібні рішення можуть включати в себе відразу кілька методів: структуровані опитувальники, джерела неструктурованих відповідей та дані з поведінкових показників.

Поведінкові методи включають в себе аналіз так званого passive feedback - відгук, що не надається працівником напряду, але відстежується по його активності в системах, ініціативності, продуктивності в проєктній діяльності, залученості до корпоративної культури та заходів. Поведінкові методи можуть

бути менш прозорими, але доповнюють аналіз, або додають більше контексту для HR-менеджерів.

Використання спеціалізованих HRIS-систем є доцільним у великих компаніях та дозволяє оперувати внутрішніми даними для побудови відповідних опитувальників та завчасного сповіщення співробітників. Індивідуальні дані працівника дозволяють персоналізувати опитування в залежності від, наприклад ролі співробітника, посади, департаменту або стажу, що відповідає принципам сегментаційного аналізу. Задля успішного збору даних важливо завчасно донести інформацію про опитування до співробітників та надати до анкет доступ, що може бути реалізовано через розсилку та нагадування в середині системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Berthelsen H., Muhonen T. Taking the pulse: a qualitative study on pulse survey implementation. *Frontiers in Organizational Psychology* 3:1696769. URL: https://www.researchgate.net/publication/400128343_Taking_the_pulse_a_qualitative_study_on_pulse_survey_implementation (date of access: 29.03.2026).
2. Garg R., Kiwelekar A. W., Netak L. D., Ghodake A. i-Pulse: A NLP based novel approach for employee engagement in logistics organization. *International Journal of Information Management Data Insights* 1 (2021) 100011. URL: <https://arxiv.org/abs/2106.07341> (date of access: 29.03.2026).
3. Buzkan H. The Role of Human Resource Information System (HRIS) in Organizations: A Review of Literature. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. 2016. Vol. 5, no. 1. P. 133-138. URL https://www.researchgate.net/publication/297897616_The_Role_of_Human_Resource_Information_System_HRIS_in_Organizations_A_Review_of_Literature (date of access: 29.03.2026).

УДК 004.932

Володимир ШЕРСТЮК

д.т.н, професор, проректор з навчальної роботи

Олег АРТЕМЕНКО

аспірант 3 року навчання спеціальності 122 "Комп'ютерні науки"

Херсонський національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОРОВИХ ДЕРЕВ ДЛЯ СТИСНЕННЯ ДАНИХ

Вступ

Сучасні літаючі сенсорні мережі (ЛСМ), побудовані на основі ансамблів безпілотних літальних апаратів (БПЛА), оснащені сенсорами LiDAR та



камерами високої роздільної здатності, здатні генерувати гігабайти просторових даних за годину польоту.[1] Безпосередня передача сирих даних між агентами або до наземної станції у режимі реального часу зазвичай неможлива через обмежену пропускну здатність радіоканалу.

Однією з ключових проблем побудови ефективних моделей обміну даними в ЛСМ є вибір адекватного представлення просторової інформації, яке поєднувало б високий коефіцієнт стиснення, прийнятну обчислювальну складність на бортовому обладнанні та можливість поступового уточнення карти при надходженні нових даних. Перспективним напрямом є застосування ієрархічних просторових структур — квадродерев для двовимірних мап і октодерев для тривимірного простору. Такі структури природно адаптуються до розрідженості сенсорних даних і дозволяють поєднати функції стиснення, просторової індексації та інкрементного оновлення.

Мета

Метою роботи є аналіз і систематизація моделей та методів використання просторових деревоподібних структур (квадродерев та октодерев) для стиснення геометричних даних у задачах обміну в літаючих сенсорних мережах, а також обґрунтування їх застосовності з урахуванням специфіки бортових обчислювальних ресурсів і умов передачі.

Виклад матеріалу

У більшості реальних сценаріїв простір є неоднорідним за інформаційною насиченістю: області навколо рухомого об'єкта, меж перешкод або різких змін рельєфу містять багато деталей, тоді як значні зони фону є однорідними. Тому доцільно застосовувати представлення, де витрати бітів пропорційні складності сцени, а не площі/об'єму області спостереження.

1. Структура та принципи побудови октодерев

Октодерев — ієрархічна структура, що представляє обмежений тривимірний об'єм через рекурсивне розбиття на вісім рівних октантів. Кореневий вузол відповідає всій сцені, охоплений кубом-обгорткою з лінійним розміром L . На кожному рівні рекурсії вузол ділиться трьома площинами на 8 субкубів. Розбиття триває, доки виконано принаймні одну з умов: досягнута максимальна глибина $d_{\max}$; розмір комірки став меншим за задану роздільну здатність ε ; виконується критерій однорідності $H(n)$ (комірка повністю порожня, повністю зайнята або відхилення значень атрибутів не перевищує заданого порогу). Лінійна роздільна здатність визначається співвідношенням

$$\varepsilon = L / 2^d \quad (1)$$

де d — поточна глибина дерева. Для типових сценаріїв спостереження з борту БПЛА розмір кореневої комірки складає $L = 256 \dots 2048$ м, а глибина відповідає $d = 10 \dots 16$, що забезпечує ε від кількох сантиметрів до десятків сантиметрів.



2. Моделі представлення просторових даних

Можна виокремити кілька моделей представлення інформації в листках октодерев, релевантних для задач ЛСМ:

а) Бінарна модель зайнятості: лист зберігає елемент $\{0, 1\}$ — порожньо або зайнято; найпростіша і використовується у задачах планування траєкторій.

б) Імовірнісна модель (OctoMap [3]): лист зберігає логарифмічне відношення шансів

$$L(n) = \log(P(n) / (1 - P(n))), \quad (2)$$

що оновлюється байєсівськи при надходженні нових вимірів. Така модель робастна до шумів сенсорів і природно агрегує дані з кількох агентів мережі.

в) TSDF-октодерево (Truncated Signed Distance Function): лист зберігає знакову відстань до найближчої поверхні. Ефективне для відновлення тривимірних моделей у задачах автономного картування.

г) Семантичне октодерево: лист зберігає вектор розподілу за класами об'єктів, отриманих з нейромережевого детектора. Природна точка інтеграції апарату нечітких м'яких множин для опису належності просторових елементів до семантичних категорій в умовах невизначеності.

3. Методи стиснення октодерев

Стиснення геометричних даних, представлених октодеревом, забезпечується сукупністю методів. Це стиснення за рахунок розрідженості піддерев. Кількість зайнятих листів у типових сценаріях знімання з висот 50–500 м є величиною $O(S)$, де S — площа поверхонь у вокселях, тоді як обсяг повної вокселізованої решітки становить $O((L/\varepsilon)^3)$. Це забезпечує асимптотичне зниження обсягу даних з кубічного до квадратичного відносно роздільної здатності.

Також застосовується бітстрім-кодування за результатами обходу в ширину (BFS): кожен внутрішній вузол кодується одним байтом — 8-бітовою маскою наявності дітей. Ця схема покладена в основу стандарту MPEG G-PCC [5] (Geometry-based Point Cloud Compression, ISO/IEC 23090-9). До бітових масок додатково застосовується контекстне арифметичне кодування з урахуванням стану сусідніх октантів, що зменшує обсяг даних ще у 1,5–3 рази.

У лінійній формі октодерев використовується Z-кодування на основі кривої Мортон: кожен зайнятий лист (i, j, k) перетворюється у скалярний індекс перемежовуванням бітів координат, після чого застосовується диференціальне ентропійне кодування. Для часових послідовностей октодерев одного агента ефективним є інкрементне (дельта-)кодування, що передає лише різниці структур між моментами t_1 і t_2 та зменшує трафік на порядок при повільних змінах сцени.



Емпіричний коефіцієнт стиснення лідарних точкових хмар у типовому діапазоні роздільних здатностей складає $5\text{--}20\times$ без помітних втрат геометрії та $50\text{--}100\times$ за умов допустимих втрат точності [4].

4. Моделі обміну в розподіленій ЛСМ

На рівні архітектури мережі виокремлено п'ять базових моделей обміну октодеревами між агентами:

а) Централізована агрегація: усі БпЛА передають свої локальні октодерева на призначений агрегаційний вузол, який формує глобальну карту шляхом операції злиття; модель проста в реалізації, проте утворюється єдина точка відмови.

б) Децентралізована (peer-to-peer) модель: кожна пара агентів обмінюється локальними деревами при безпосередній взаємодії; придатна для функціонування без інфраструктури.

в) Кластерна модель з вузлом-головою: БпЛА організовуються в кластери, голова кластера агрегує локальні дерева й передає узагальнене представлення вище за ієрархією; добре поєднується з апаратом сценарно-прецедентного керування ансамблями БпЛА.

г) Інкрементна (Δ -)модель: між моментами обміну передаються лише змінені піддерева, виявлені через хешове порівняння (Merkle-октодерева); забезпечує мінімальний трафік при стабільній сцені.

г) Модель адаптивної передачі рівнями деталізації (LoD streaming): спочатку передаються верхні рівні дерева, далі дерево поступово уточнюється; забезпечує функціональне покриття каналу при різних умовах смуги пропускання. При злитті октодерев двох агентів A і B , узгоджених у спільній системі координат, оновлення провадиться синхронним обходом дерев за правилом

$$L_{merged}(n) = L_A(n) + L_B(n) - L_0(n), \quad (3)$$

де $L_0(n)$ — апіорна оцінка зайнятості. У випадках конфліктних оцінок (наприклад, при спостереженні рухомих об'єктів) застосовуються методи на основі теорії наближених множин: множина агентів зі схожими оцінками формує клас еквівалентності за відношенням нерозрізнюваності, а підсумкове значення визначається нижнім або верхнім наближенням відповідної підмножини.

Висновки

Просторові деревоподібні структури — квадродрева для двовимірних мап і октодерева для тривимірного простору — є природним інструментом представлення геометричних даних у літаючих сенсорних мережах. Їхня ієрархічність забезпечує одночасно стиснення просторову індексацію та можливість інкрементного оновлення карт у режимі реального часу.

Систематизовано чотири взаємопов'язані групи моделей і методів: моделі побудови октодерева, моделі представлення листя, методи стиснення серіалізованого дерева та моделі обміну в розподіленій мережі. Показано, що поєднання імовірнісної моделі з контекстним арифметичним кодуванням і інкрементним обміном забезпечує коефіцієнт стиснення на рівні 50–100 разів порівняно із сирими сенсорними даними при прийнятній обчислювальній складності для бортових обчислювачів БПЛА.

Перспективи подальших досліджень полягають в інтеграції октодеревної моделі обміну з апаратом нечітких м'яких множин для представлення семантичної невизначеності та теорії наближених множин для розв'язання конфліктів між оцінками агентів, що формує цілісну математичну основу обміну даними в ансамблях БПЛА.

ЛІТЕРАТУРА

1. Network optimization by regional computing for UAVs' big data — Frontiers, доступ отримано травня 1, 2026, <https://www.frontiersin.org/journals/computer-science/articles/10.3389/fcomp.2025.1565716/full>
2. Meagher D. Geometric modeling using octree encoding // Computer Graphics and Image Processing. — 1982. — Vol. 19, No. 2. — P. 129–147.
3. Hornung A., Wurm K. M., Bennewitz M., Stachniss C., Burgard W. OctoMap: An efficient probabilistic 3D mapping framework based on octrees // Autonomous Robots. — 2013. — Vol. 34, No. 3. — P. 189–206.
4. de Queiroz R. L., Chou P. A. Compression of 3D point clouds using a region-adaptive hierarchical transform // IEEE Transactions on Image Processing. — 2016. — Vol. 25, No. 8. — P. 3947–3956.
5. ISO/IEC 23090-9:2023. Information technology — Coded representation of immersive media — Part 9: Geometry-based point cloud compression. — Geneva : ISO, 2023. — 348 p.

DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-624-2-7>

UDC 620.22:536.2

S. M. HAPIEIEV,*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of
Construction, Geotechnics and Geomechanics***G. A. STARUSHENKO,***Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of
Construction, Geotechnics and Geomechanics***H. P. IVANOVA,***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of
the Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics
Dnipro University of Technology, Dnipro***ANALYSIS OF THERMAL CONDUCTIVITY PROPERTIES OF FIBER-
REINFORCED COMPOSITES**

Modern industrial technologies in the fields of mechanical engineering, energy, infrastructure, and transport impose increased requirements on functional materials, in particular on their thermal stability, reliability, and efficiency under conditions of intense thermal loads. Fiber-reinforced composites with a regular microstructure occupy a significant place among next-generation materials due to the possibility of purposeful control of their properties. One of the key parameters determining the functional efficiency of such materials is thermal conductivity.

The analysis of thermal conductivity characteristics of fiber-reinforced composites is an important stage in the design of next-generation materials for use in energy installations, transport systems, and infrastructure facilities. Particular attention is paid to the consideration of microstructural parameters, fiber geometry, and phase contrast, which significantly affect the effective thermal conductivity and, consequently, the operational characteristics of the material.

Thus, the study of heat transfer patterns in fiber-reinforced composites is a relevant task of modern applied mechanics and materials science and is of great importance for the development of innovative industrial technologies.

The aim of the work is to analyze the dependence of the thermal conductivity properties of fiber-reinforced composites on their structure, which will make it



possible to create reliable structural elements for modern machines, energy installations, and transport systems in accordance with the challenges of modern industry.

The problem of heat conduction for a two-phase microinhomogeneous material consisting of a continuous matrix and periodically arranged cylindrical inclusions is considered. The dimensions of the structure in the direction of the fiber length significantly exceed its in-plane dimensions: $L \gg \ell$. The structure is doubly periodic with a period that is the same in both directions, and the inclusions are arranged in a square array (Fig. 1).

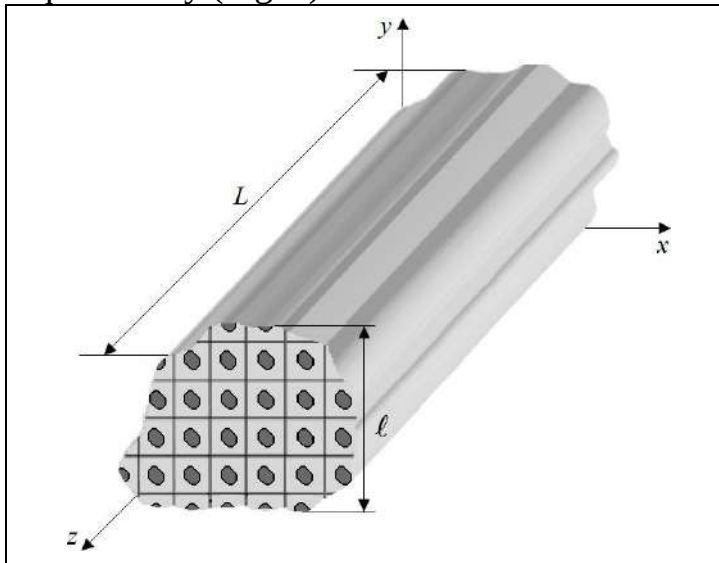


Fig. 1. Fiber-reinforced composite with a regular microstructure

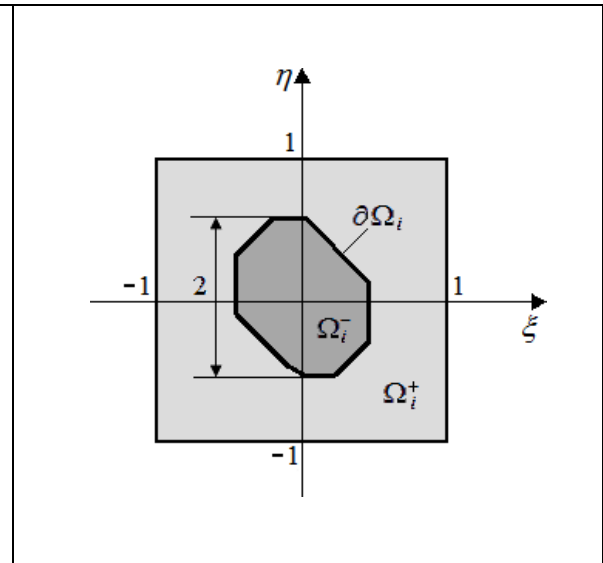


Fig. 2. Characteristic structural cell of the composite

The phases of the composite have different thermal conductivities – λ^+ and λ^- in the matrix and inclusions, respectively, with $\lambda^-/\lambda^+ = \lambda$. The period 2 of the structure is small compared to the characteristic size of the domain Ω in the plane, i.e. $\varepsilon = 2/\ell \ll 1$. Hereinafter, without loss of generality, a natural normalization is adopted: the value of the geometric parameter a is defined as the ratio of the characteristic size of the inclusion to the characteristic size of the elementary cell.

For the considered composite array, we present in the general case the mathematical formulation of the heat conduction problem. Let us denote the domain in the cross-section of the composite as $\Omega = \sum_{i=1}^n \Omega_i^+ \cup \Omega_i^-$, where Ω_i^+ and Ω_i^- are, respectively, the domains of the matrix and the inclusion with a characteristic size $2a$, which can be identified within each characteristic cell of the structure; $\partial\Omega_i$ is the contour of the inclusion (Fig. 2).



The behavior of the composite material is described, for the temperature distribution functions in the matrix and inclusions u^+, u^- , by the Poisson equations:

$$\lambda^+ \Delta u^+ = F \quad \text{in } \Omega_i^+; \quad \lambda^- \Delta u^- = F \quad \text{in } \Omega_i^-, \quad (1)$$

where F is the density of heat sources.

At the interface between the matrix and the inclusions, the following conjugation conditions are satisfied:

$$u^+ = u^-; \quad \lambda^+ \frac{\partial u^+}{\partial \mathbf{n}} = \lambda^- \frac{\partial u^-}{\partial \mathbf{n}} \quad \text{on } \partial \Omega_i, \quad (2)$$

where $\mathbf{n}$ is the outward normal to the inclusion boundary.

The presence in the structure of a natural small parameter – the period of the composite – makes it appropriate to use the technique of two-scale expansions and homogenization theory to solve the problem. This approach makes it possible, at the first stage, to reduce the solution of the problem in a complex multiply connected domain to a solution in the domain of a characteristic structural cell of the composite material. In the “fast” variables $\xi = x/\varepsilon$, $\eta = y/\varepsilon$, the cell problem (local problem) is written in the form:

$$\frac{\partial^2 u_1^+}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u_1^+}{\partial \eta^2} = 0 \quad \text{in } \Omega_i^+; \quad \frac{\partial^2 u_1^-}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u_1^-}{\partial \eta^2} = 0 \quad \text{in } \Omega_i^-; \quad (3)$$

$$u_1^+ = u_1^-; \quad \frac{\partial u_1^+}{\partial \bar{\mathbf{n}}} - \lambda \frac{\partial u_1^-}{\partial \bar{\mathbf{n}}} = (\lambda - 1) \frac{\partial u_0}{\partial \bar{\mathbf{n}}} \quad \text{on } \partial \Omega_i; \quad (4)$$

$$u_1^+ \Big|_{\xi=1} = u_1^+ \Big|_{\xi=-1}; \quad u_1^+ \Big|_{\eta=1} = u_1^+ \Big|_{\eta=-1}; \quad \frac{\partial u_1^+}{\partial \xi} \Big|_{\xi=1} = \frac{\partial u_1^+}{\partial \xi} \Big|_{\xi=-1}; \quad \frac{\partial u_1^+}{\partial \eta} \Big|_{\eta=1} = \frac{\partial u_1^+}{\partial \eta} \Big|_{\eta=-1}, \quad (5)$$

where u_1^+, u_1^- are the temperature distribution functions in the matrix and inclusions of the first approximation; u_0 is the temperature distribution function of the zero approximation in the smooth region of the cell; $\bar{\mathbf{n}}$ is the outward normal to the inclusion boundary written in the “fast” variables.

After solving the local problem (3)-(5), the effective thermal conductivity parameter is determined by applying the averaging operator

$$\tilde{\Phi}(x, y) = \frac{1}{|\Omega_i^*|} \left[\iint_{\Omega_i^+} \Phi^+(x, y, \xi, \eta) d\xi d\eta + \lambda \iint_{\Omega_i^-} \Phi^-(x, y, \xi, \eta) d\xi d\eta \right] \quad (6)$$

to the relations

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u_0^+}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_0^+}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial^2 u_1^+}{\partial x \partial \xi} + 2 \frac{\partial^2 u_1^+}{\partial y \partial \eta} + \frac{\partial^2 u_2^+}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u_2^+}{\partial \eta^2} &= F; \\ \lambda \left(\frac{\partial^2 u_0^-}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_0^-}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial^2 u_1^-}{\partial x \partial \xi} + 2 \frac{\partial^2 u_1^-}{\partial y \partial \eta} + \frac{\partial^2 u_2^-}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u_2^-}{\partial \eta^2} \right) &= F, \end{aligned} \quad (7)$$



$$\lambda \left(\frac{\partial^2 u_0^-}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_0^-}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial^2 u_1^-}{\partial x \partial \xi} + 2 \frac{\partial^2 u_1^-}{\partial y \partial \eta} + \frac{\partial^2 u_2^-}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u_2^-}{\partial \eta^2} \right) = F, \quad (8)$$

where $|\Omega_i^*| = |\Omega_i^+ \cup \Omega_i^-|$ is the measure of the cell; $|\Omega_i^*| = 4$.

Composite structures with inclusions of various geometries are considered: square, circular, rhombic, and curvilinear rhombic shapes. Using asymptotic methods for solving the cell problem, asymptotic expressions for the effective conductivity of structures $q_{ef}^{(\infty)}$ for the case of ideally conducting inclusions $\lambda \rightarrow \infty$ of large geometric sizes $a \rightarrow 1$ have been obtained, presented in Table 1.

Table 1.

Asymptotic expressions for the effective thermal conductivity
of fiber-reinforced composites with a regular structure and inclusions
of large size of various geometries

$q_{ef\ sq}^{(\infty)} = \frac{1}{1-a}$	$q_{ef\ r}^{(\infty)} = \frac{\pi}{\sqrt{1-a^2}}$	$q_{ef\ rh}^{(\infty)} = \ln \left(\frac{1}{1-a} \right)$	$q_{ef\ cur\ rh}^{(\infty)} = \frac{\pi}{2}$
$q_{ef\ sq}^{(0)} = 1-a$	$q_{ef\ r}^{(0)} = \frac{\sqrt{1-a^2}}{\pi}$	$q_{ef\ rh}^{(0)} = -\ln^{-1}(1-a)$	$q_{ef\ cur\ rh}^{(0)} = \frac{2}{\pi}$

Table 1 also presents relations for the effective conductivity $q_{ef}^{(0)}$ of composite materials with large non-conducting inclusions $\lambda = 0$ obtained by virtue of Keller's theorem:

$$q(\lambda) = q^{-1}(\lambda^{-1}). \quad (9)$$

Figures 3 and 4 present graphs of the effective parameters for different geometric shapes of ideally conducting and non-conducting inclusions, respectively.

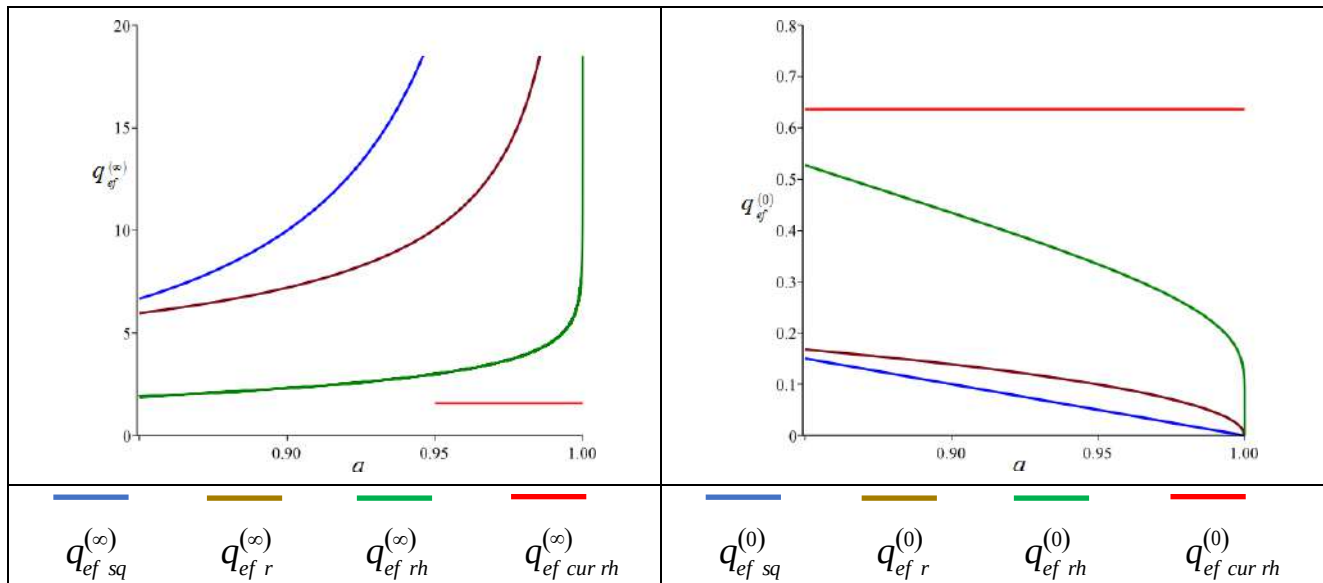


Fig. 3. Graphs of effective parameters for different geometric shapes of ideally conducting inclusions

Fig. 4. Graphs of effective parameters for different geometric shapes of non-conducting inclusions

The constructed asymptotic solutions work correctly in the region of limiting values of the physical and geometric characteristics of the composite, that is, precisely in those regions where the use of numerical methods leads to computational difficulties. They provide structured information, embodied in analytical relations, about the properties of the studied composite materials and make it possible to identify their most general patterns and essential components, which, under small perturbations, lead to significant variations in the macroscopic properties of the structure.

The obtained results can be used for the creation of advanced thermal insulation, thermal protection, or, conversely, highly conductive materials in the fields of mechanical engineering, energy, civil engineering, aerospace engineering, electronics, and the defense industry.

UDC 656.7.012.2:327:502.131.1:662.75

Eglė SIKORSKAITĖ-NARKUN,

Lithuanian Centre for Social Sciences, A. Goštauto 9, 01108 Vilnius, Lithuania

Laima OKUNEVIČIŪTĖ NEVERAUSKIENĖ,

Lithuanian Centre for Social Sciences, A. Goštauto 9, 01108 Vilnius, Lithuania

Faculty of Business Management, Vilnius Gediminas Technical University,

Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, Lithuania

GEOPOLITICAL SHOCKS, FUEL POLICY, AND SUSTAINABLE TRANSITION IN THE EU AVIATION SECTOR

Abstract

The aviation sector in the European Union is undergoing a complex transformation shaped by decarbonisation goals, changing fuel policies, and growing geopolitical uncertainty. Recent geopolitical shocks, including energy market volatility, supply chain disruptions, and broader security-related tensions, have increased pressure on the air transport sector and highlighted the importance of resilience in the transition toward sustainability. At the same time, EU regulatory initiatives aimed at promoting sustainable aviation fuels are creating new economic and managerial challenges for airlines, airports, and other market participants.

This paper examines how geopolitical shocks and fuel policy interact in shaping the sustainable transition of the EU aviation sector. Particular attention is paid to the socio-economic implications of this transition, including rising operating costs, competitiveness pressures, investment needs, and uneven adaptation capacity across the sector.

The study is based on a qualitative analysis of EU policy developments, recent energy and aviation market trends, and academic discussions on crisis resilience and sustainable development. The paper argues that the sustainable transition of aviation should be understood not only as an environmental objective but also as a socio-economic and managerial challenge requiring coordinated policy design, risk management, and long-term strategic adaptation.

Keywords: EU aviation sector; geopolitical shocks; fuel policy; sustainable aviation fuels; sustainable transition; economic resilience; air transport; sustainable development

Introduction

Recent geopolitical developments demonstrate that aviation remains one of the transport sectors most vulnerable to international crises. In 2026, the escalation of military tensions involving Iran and the broader Middle East led to renewed operational concerns for airlines and regulators. EASA updated its Conflict Zone Information Bulletin for the Middle East and Persian Gulf, covering Iran and surrounding airspace. EUROCONTROL's weekly overviews show that traffic flows between Europe and the Middle East dropped sharply during the crisis, and later updates confirmed that these disruptions remained significant. The continuing rerouting of flights has implied longer trajectories, additional fuel burn, and higher emissions, meaning that geopolitical shocks have consequences not only for safety, but also for operating efficiency, punctuality, and environmental performance (EASA, 2026a; EUROCONTROL, 2026b, 2026c).

Additional pressure comes from jet fuel price volatility. IATA's Jet Fuel Price Monitor reported a marked weekly increase in global jet fuel prices, while IATA's

fuel materials continue to emphasize that fuel remains one of the largest categories in airline operating costs. In the context of the Iran-related crisis and disruption risks around regional energy routes, Reuters reported renewed stress in fuel markets, a surge in fuel-related costs for airlines, and delayed expectations of supply normalization even after tentative easing in direct conflict intensity. For airlines, such price shocks immediately affect profitability, pricing, network planning, and broader strategic resilience (IATA, 2026a, 2026b; Reuters, 2026a, 2026b, 2026c).

At the same time, the aviation sector is facing growing regulatory pressure to decarbonize. ICAO positions CORSIA as the first global market-based measure for international aviation, and sustainable aviation fuels are treated as one of the key instruments for reducing lifecycle emissions. Within the EU, this transition is being institutionalized through ReFuelEU Aviation, which gradually mandates higher SAF uptake at Union airports. EASA's ReFuelEU Aviation Annual Technical Report 2025 notes that SAF accounted for only 0.6% of all aviation fuel supplied at EU airports in 2024, despite the binding upward trajectory of SAF shares under the new framework. EASA's 2025 aviation fuel reference prices for ReFuelEU Aviation further illustrate that the sector is moving from broad regulatory ambition to a more concrete phase of implementation, in which price differentials and compliance costs become central economic issues (European Commission, 2026; EASA, 2025, 2026b; ICAO, 2026a, 2026b).

Recent academic literature increasingly stresses that sustainable aviation transition should not be understood solely as a technological or environmental process. Song (2025) shows that geopolitical risk has a measurable impact on airline stock market performance, while Cai (2025) demonstrates similar effects for major European carriers. Reisdorf et al. (2025) argue that European SAF regulation creates both opportunities and substantial short-term economic and operational challenges. Wandelt et al. (2025) identify persistent barriers to SAF deployment, including limited supply, high cost, infrastructure constraints, and regulatory uncertainty. In addition, recent work on EU SAF policy highlights that fuel transition measures affect not only long-term strategic direction, but also everyday airline operating decisions. Taken together, these studies suggest that the sustainable transition of aviation is simultaneously an environmental, economic, and management challenge (Cai, 2025; Reisdorf et al., 2025; Song, 2025; Wandelt et al., 2025).

Against this background, the relevance of this paper lies in examining how the latest geopolitical shocks, especially the Iran-related conflict escalation, fuel price spikes, and recent policy decisions in European and international aviation governance are jointly shaping the sustainable transition of the EU aviation sector. The central problem is that the push for decarbonization through SAF policy is unfolding at a time when aviation remains highly vulnerable to external shocks that affect energy prices, fuel supply, route structures, and overall economic resilience. Therefore,

sustainable aviation transition should be assessed not only in environmental terms, but also through the lens of socio-economic stability, crisis resilience, and strategic sector management. Accordingly, the aim of this paper is to examine how geopolitical shocks and fuel policy influence the sustainable transition, economic stability, and resilience of the EU aviation sector (EUROCONTROL, 2026a; EASA, 2025; European Commission, 2026).

Literature review

The European Union aviation sector is currently operating in an increasingly complex environment shaped by economic resilience concerns, energy insecurity, geopolitical risk, and the accelerating pressure of sustainable transition. After the post-pandemic recovery, air transport in Europe returned to growth: according to Eurostat, 1.1 billion passengers travelled by air in the EU in 2024, which was 8.3% more than in 2023 and above the pre-pandemic 2019 level. Eurostat also reports that passenger volumes continued to increase in 2025. In parallel, EUROCONTROL indicates that European aviation in 2025 recovered to approximately 100% of 2019 traffic levels, reaching around 11.05 million flights. However, this quantitative recovery does not necessarily imply structural stability, as the sector remains highly exposed to external shocks affecting route planning, operating costs, investment decisions, and regulatory adaptation (Eurostat, 2025a, 2025b; EUROCONTROL, 2026a).

Recent studies increasingly conceptualize aviation transition as a complex process involving not only decarbonization, but also economic resilience and geopolitical vulnerability. In the EU context, this perspective is particularly relevant because climate policy is tightening at a time when air traffic volumes have largely recovered, while the sector remains exposed to external shocks, route disruptions, and fuel price volatility. Official statistics from Eurostat and EUROCONTROL indicate that European aviation has recovered in quantitative terms; however, this does not imply lower systemic risk, as the sector continues to be strongly affected by geopolitical uncertainty and instability in energy markets.

The first major strand of the literature examines the impact of geopolitical risk on the financial stability of the aviation sector. Song, Su, and Qin (2025) demonstrate that geopolitical risk has a significant effect on airline stock market performance, with the impact intensifying during periods of heightened uncertainty. Similarly, Cai, Fu, and Zhang (2025), focusing on major European carriers, show that geopolitical risk negatively affects airline stock returns and financial stability. These findings suggest that geopolitical shocks in aviation should not be treated as temporary disturbances only, but rather as structural drivers of economic vulnerability affecting not only route networks and operational continuity, but also capital valuation and investor expectations.

A second strand of the literature addresses oil and jet fuel price shocks. Cai (2025) finds that oil price shocks exert a strong influence on airline stock returns and volatility, while Gabbiadini, Longin, and Ravazzolo (2026) show that oil price changes negatively affect the market value of both airlines and airports. These findings are reinforced by official IATA data, which indicate that fuel remains one of the largest categories of airline operating costs, while the SAF price premium in 2026 may add approximately USD 4.5 billion to total industry fuel expenditure. Consequently, fuel price volatility remains one of the most important channels through which geopolitical and energy-related shocks affect the economic stability of aviation.

A third key strand focuses on SAF regulation and the economics of sustainable transition. Reisdorf, Kummer, and Soklaridis (2025) argue that European SAF regulation generates both opportunities and substantial competitive and cost-related challenges. Hu (2026) notes that the effectiveness of SAF policy depends to a considerable extent on regulatory flexibility, since overly rigid requirements may increase short-term market distortions and adjustment costs. Wandelt, Zhang, and Sun (2025), in their meta-review, identify the principal barriers to SAF deployment as limited supply, high production costs, insufficient infrastructure, and regulatory uncertainty. These studies suggest that SAF policy is indispensable for long-term decarbonization, but in the short term it also increases economic pressure on airlines and fuel suppliers.

Official statistics support these conclusions. According to EASA, SAF accounted for only 0.6% of all aviation fuel supplied at EU airports in 2024, although a 2% target under ReFuelEU Aviation has applied since 2025. The European Commission emphasizes that ReFuelEU is a central instrument of EU aviation decarbonization, while under ICAO's CORSIA framework SAF is recognized as one of the key tools for reducing emissions from international aviation. Nevertheless, the actual degree of market readiness still lags behind regulatory ambition, revealing a clear gap between policy targets and real fuel availability.

Overall, recent literature and official statistics allow three main conclusions to be drawn. First, geopolitical shocks and fuel price surges have a substantial impact on the economic stability of the aviation sector. Second, SAF policy is strategically necessary, but in the short term it increases cost pressure and adjustment burdens. Third, the long-term resilience of the EU aviation sector will depend on its ability to reconcile climate objectives, fuel supply expansion, and the economic viability of market participants. This confirms that aviation transition should be understood simultaneously as an environmental, economic, and managerial process.

Conclusion

1. The EU aviation sector has largely recovered in terms of traffic volume, yet it remains highly vulnerable to geopolitical and energy-related shocks.

2. Geopolitical conflicts and jet fuel price spikes have a direct impact on the economic stability and resilience of the air transport sector.

3. SAF policy is essential for aviation decarbonization; however, in the short term it increases cost pressure and creates significant adjustment challenges for market participants.

4. A substantial gap still exists between regulatory ambitions and the actual level of market readiness for SAF deployment.

5. The sustainable transformation of aviation should be addressed through a balanced combination of environmental, economic, and managerial measures.

REFERENCES

1. Cai, Y. (2025). *Geopolitical risks and airlines stock return—Implications for European main carriers*. Journal of Air Transport Management. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X2500174X?>
2. EASA. (2025). *ReFuelEU Aviation annual technical report 2025*. European Union Aviation Safety Agency. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/refueleu-aviation-annual-technical-report-2025?>
3. EASA. (2026a). *Airspace of the Middle East and Persian Gulf (CZIB 2026-03 R5)*. European Union Aviation Safety Agency. <https://www.easa.europa.eu/en/domains/air-operations/czibs/2026-03-r6?>
4. EASA. (2026b). *2025 aviation fuels reference prices for ReFuelEU Aviation*. European Union Aviation Safety Agency. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/2025-aviation-fuels-reference-prices-refueleu-aviation?>
5. European Commission. (2026). *ReFuelEU Aviation*. https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/environment/refueleu-aviation_en?
6. Eurostat. (2025a). *Air passenger transport statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Air_passenger_transport_statistics&
7. Eurostat. (2025b). *Number of air passengers up 8% in 2024*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20251208-1?>
8. EUROCONTROL. (2026a). *EUROCONTROL forecast 2026–2032*. <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-forecast-2026-2032?>
9. EUROCONTROL. (2026b). *EUROCONTROL European Aviation Overview 2026 – Week 9*. <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-european-aviation-overview-2026-week-9?>
10. EUROCONTROL. (2026c). *EUROCONTROL European Aviation Overview 2026 – Week 11*. <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-european-aviation-overview-2026-week-11?>

11. IATA. (2026a). *Jet Fuel Price Monitor*. International Air Transport Association. <https://www.iata.org/en/publications/economics/fuel-monitor/>
12. IATA. (2026b). *Fuel*. International Air Transport Association. <https://www.iata.org/en/programs/ops-infra/fuel/>
13. IATA. (2026c). *Fuel fact sheet*. International Air Transport Association. <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet-fuel/>
14. ICAO. (2026a). *CORSIA*. International Civil Aviation Organization. <https://www.icao.int/CORSIA/>
15. ICAO. (2026b). *CORSIA eligible fuels*. International Civil Aviation Organization. <https://www.icao.int/CORSIA/corsia-eligible-fuels/>
16. Reisdorf, A. R., Kummer, S., & Soklaridis, S. (2025). *Opportunities and challenges arising from European sustainable aviation fuel regulations: A case study approach*. Cleaner Logistics and Supply Chain. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2941198X25000296?>
17. Reuters. (2026a, April 8). *IATA chief says jet fuel supply could take months to recover after Hormuz reopening*. <https://www.reuters.com/business/energy/iata-chief-says-jet-fuel-supply-could-take-months-recover-after-hormuz-reopening-2026-04-08/>.
18. Reuters. (2026b, April 7). *Delta Air, Southwest Airlines hike checked baggage fees as jet fuel prices soar*. <https://www.reuters.com/business/delta-air-hikes-checked-baggage-fees-jet-fuel-prices-soar-2026-04-07/>.
19. Reuters. (2026c, April 6). *Air NZ hikes fares, cuts flights as fuel costs more than double on Iran war*. <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/air-nz-hikes-fares-cuts-flights-fuel-costs-more-than-double-iran-war-2026-04-06/>.
20. Song, X. Y. (2025). *How geopolitical risk affects the market performance of airline stocks?* Journal of Air Transport Management. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X2500321X?>
21. Wandelt, S., Zhang, Y., & Sun, X. (2025). *Sustainable aviation fuels: A meta-review of surveys and key challenges*. Cleaner Logistics and Supply Chain. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2941198X24000678?>
22. Cai, Y., Fu, X., & Zhang, Y. (2025). *Geopolitical risks and airlines stock return—Implications to the financial stability of European airlines*. *Transport Policy*, 170, 51-57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X2500174X?>
23. EASA. (2025). *ReFuelEU Aviation annual technical report 2025*. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/refueleu-aviation-annual-technical-report-2025?>
24. European Commission. (2026). *ReFuelEU Aviation*. https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/environment/refueleu-aviation_en?

25. Eurostat. (2025). *Air passenger transport statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Air_passenger_transport_statistics&
26. EUROCONTROL. (2026). *EUROCONTROL forecast 2026–2032*. <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-forecast-2026-2032?>
27. Gabbiadini, M., Longin, F., & Ravazzolo, F. (2026). *The impact of oil prices shocks in the valuation of stock market listed companies: The aviation industry*. *Journal of Air Transport Management*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699725001450?>
28. Hu, R. (2026). *How to promote sustainable aviation fuel: Is flexibility effective?* *Transport Policy*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019126152600038X?>
29. IATA. (2025). *Fuel fact sheet*. <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet-fuel/>
30. ICAO. (2026). *CORSIA*. <https://www.icao.int/CORSIA>
31. Reisdorf, A. R., Kummer, S., & Soklaridis, S. (2025). *Opportunities and challenges arising from European sustainable aviation fuel regulations: A case study approach*. *Journal of the Air Transport Research Society*, 5, 100085. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2941198X25000296?>
32. Song, X. Y., Su, C. W., & Qin, M. (2025). *How geopolitical risk affects the market performance of airline stocks?* *Transport Policy*, 172, 103778. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X2500321X?>
33. Wandelt, S., Zhang, Y., & Sun, X. (2025). *Sustainable aviation fuels: A meta-review of surveys and key challenges*. *Journal of the Air Transport Research Society*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2941198X24000678?>

УДК 667.64:678.026

Михайло БАНГА,
аспірант,
Віталій ТОРОПЕНКО,
мол. н. с.,
Херсонська державна морська академія, м. Херсон

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ТА СТІЙКОСТІ ДО ОБРОСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТТІВ

Проблема корозійного руйнування металевих конструкцій та біологічного обростання поверхонь є однією з ключових проблем у сучасній промисловості,



зокрема у суднобудуванні, морській інфраструктурі, енергетиці та транспортному машинобудуванні. Щорічні втрати від корозії у розвинених країнах становлять до 3...4% валового внутрішнього продукту, що зумовлює необхідність розроблення ефективних захисних покриттів із підвищеною довговічністю та багатофункціональністю. Особливо актуальною є проблема експлуатації конструкцій у морському та прибережному середовищі, де одночасно діють фактори електрохімічної корозії, соляної аерозолі та біообростання.

Нами проведено дослідження та аналіз полімерних захисних покриттів на основі епоксидних і поліуретанових матриць, модифікованих функціональними наповнювачами. Основною метою є оцінка їх корозійної стійкості, адгезійної міцності та здатності протидіяти біологічному обростанню в умовах тривалого контакту з морською водою. Встановлено, що епоксидні покриття забезпечують вищі експлуатаційні характеристики, порівняно з традиційними та дозволяє знизити швидкість корозійного руйнування металу до рівня 0,005...0,02 мм/рік, що у десятки разів менше порівняно з незахищеними поверхнями.

Окрему увагу приділено дослідженню стійкості полімерних покриттів протидіяти біологічному обростанню. Встановлено, що модифіковані полімерні покриття з гідрофобною поверхнею мають кут змочування понад 100...120°, що значно знижує адгезію морських організмів (мікроводоростей, моллюсків, бактерій) до поверхні конструкцій. Це дає можливість зменшити швидкість первинної колонізації поверхонь водного транспорту і металоконструкцій морської інфраструктури у 3...5 рази у порівнянні з традиційними лакофарбовими системами.

Окремим перспективним напрямом є застосування таких покриттів у конструкціях безекіпажних морських апаратів, які використовуються для моніторингу акваторій та виявлення вибухонебезпечних предметів, зокрема мін. Для таких систем критично важливими є низький гідродинамічний опір, стабільність навігаційних характеристик та мінімізація енергоспоживання. Біообростання корпусів безекіпажних апаратів призводить до суттєвого зниження автономності (до 20...30%) та погіршення точності маневрування. Застосування гідрофобних полімерних покриттів дозволяє стабілізувати гідродинамічні характеристики корпусів безекіпажних апаратів, зменшити турбулентність потоку в прикордонному шарі та підвищити енергоефективність рухових систем. Це особливо важливо при виконанні місій тривалого автономного пошуку мін у прибережних зонах та районах із підвищеним рівнем замулення, зокрема в акваторії Чорного моря. Окрім того, такі покриття демонструють високу стійкість до циклічних навантажень, кавітаційного

впливу та абразивного зношування, що характерно для роботи підводних роботизованих систем.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Panda A, Dyadyura K, Valíček J, Harničárová M, Kušnerová M, Ivakhniuk T, Hrebenyk L, Sapronov O, Sotsenko V, Vorobiov P, Levytskyi V, Buketov A, Pandová I. Ecotoxicity Study of New Composite Materials Based on Epoxy Matrix DER-331 Filled with Biocides Used for Industrial Applications. *Polymers*. 2022. 14(16):3275. <https://doi.org/10.3390/polym14163275>

[2] 43. Sapronov O., Dyadyura K., Vorobiov P., et al. Corrosion-Resistant Epoxy Coatings Filled with Nanoparticles of Vegetable Origin to Protect Water Vehicles. *J. of Nano- and El. Phys.* 2023. 15(5). 1-7. [https://doi.org/10.21272/jnep.15\(5\).05025](https://doi.org/10.21272/jnep.15(5).05025)

УДК 667.64:678.026

Р.Т. БИЩАК,

к.т.н., доцент,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ,

О.О. САПРОНОВ,

д.т.н., професор,

Херсонська державна морська академія, м. Херсон,

М.В. БРАЇЛО,

к.т.н., доцент,

Херсонська державна морська академія, м. Херсон

ОПТИКО-ЦИФРОВИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ КОРОЗІЙНИХ ДЕФЕКТІВ ГАЗОПРОВОДУ

Розвиток робототехніки у різних галузях промисловості, включаючи виробництво, транспорт, охорону здоров'я, сільське господарство, інфраструктуру та енергетику є рушійною силою розвитку економіки України. Сучасні роботизовані механізми спрямовані не лише на підвищення ефективності операцій та зменшення необхідності залучення людської діяльності, але й на підвищення точності, безпеки та надійності в зонах, які вважаються небезпечними або недоступними для людини. Нафтогазова промисловість – один із секторів, що став надзвичайно революційним завдяки застосуванню робототехніки та автоматизації [1, 2]. Трубопроводи є життєдайною артерією цієї галузі, і вони використовуються для безперервного



транспортування нафти, газу та інших ресурсів на великі відстані. Незважаючи на всі ці переваги, трубопроводи схильні до корозії, тріщин, витоків, пошкодження зварних з'єднань та будь-якого іншого структурного погіршення через експлуатаційні навантаження та середовище, в якому ці трубопроводи встановлені або транспортують [3–5]. Тому їх необхідно постійно контролювати та обслуговувати, щоб уникнути збоїв, які можуть призвести до надзвичайних екологічних руйнувань, втрат економіки або навіть втрати життів [6, 7]. Традиційні методи діагностування базуються на діагностуванні за допомогою ручного контролю, неруйнівного контролю та вимірювань за допомогою датчиків. Хоча ці методи були певною мірою ефективними, вони є трудомісткими та схильними до помилок, що виникають через людські обмеження. Випадки ручного контролю в обмежених умовах не тільки є ризикованими для безпеки, але й обмежують охоплення та повторюваність. Це призвело до того, що потреба в інтелектуальних, автоматизованих технологіях діагностування з можливістю проведення аналізу в режимі реального часу та прогнозного технічного обслуговування стає все більш нагальною. Нещодавні прориви в галузі штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН) відкрили нові можливості щодо впровадження автоматизації процесу діагностування, так як інтелектуальне виявлення, класифікація та кількісна оцінка несправностей та пошкоджень стали можливими завдяки поєднанню зображень високої роздільної здатності та сучасних датчиків [8, 9].

Таким чином для діагностування зміни площі корозійних дефектів по глибині газопроводу зовнішню поверхню газопроводу шліфували з кроком 0,4 мм. Методика аналізу ґрунтується на підходах теорії самоподібних множин. Корозійну поверхню фотографували із наступним перетворенням початкових (півтонових) зображень у їх чорно-білі (бінарні) відповідники. Після перетворення на білому полі бінарного зображення матриці чорним кольором відображались структурні елементи, параметри яких (контури, розміри, відносну частку корозійного ушкодження) аналізували. Бінаризовані зображення розглядали, як дискретну апроксимацію характеристичних функцій аналізованого об'єкта або статистично-геометричну модель структури. Вибраний поріг бінаризації не спотворює статистичні масиви даних і зберігає масштабну відповідність геометричних параметрів аналізованих об'єктів.

Впорядкованість у розташуванні корозійних дефектів вказує на процеси структуроутворення за умов самоорганізації, характерні для негомогенних середовищ. Елементи цифрової матриці дозволяють описати процеси структурних перетворень мережі корозійних дефектів за експлуатаційних умов.

З метою виявлення геометричних параметрів корозійних дефектів, що входять до складу дефектної ділянки трубопроводу, проводили пошарове зашліфовування корозійного поверхневого шару і автоматизований аналіз

одержаних площ дефектів. Це дозволило одержати параметри взаємозв'язку глибини та площі дефектів у осьовій площині та перпендикулярно до осі трубопроводу.

Розроблено підходи, які дозволяють за параметрами двовірного дефекту (2D) визначати глибину корозійного ушкодження (3D) із урахуванням попередньо виявлених геометричних особливостей формування корозійних дефектів.

З використанням апріорної інформації про будову відповідної ділянки поверхні запропоновано наступну послідовність реконструкції:

- на 2D – зображеннях визначають контури корозійних дефектів, обчислюючи їх розміри та площі;
- за параметрами корозійних дефектів реконструюють їх глибину і форму;
- проводять програмні та фізичні зрізи одержаної моделі дефекту, співставляючи одержані геометричні структури корозійного ушкодження;
- коефіцієнт форми коригують із урахуванням фізичних закономірностей пошкодження;
- отриману 3D-модель візуалізують.

Під “програмним зрізом” розуміли зміну координат поверхні корозійного дефекту по горизонталі, внаслідок чого отримували зображення на певній глибині. Це дозволило перевірити адекватність роботи алгоритму та одержати додаткову інформацію про структуру дефекту і закономірності її формування. Даний метод дозволяє аналізувати зміну форми корозійних дефектів після їх зашліфовування перед ремонтним відновленням наплавленням дефектної ділянки газопроводу.

Роботу виконано за фінансової підтримки гранту Національного фонду досліджень України («Підвищення надійності обладнання газо-нафтотранспортного комплексу шляхом впровадження алгоритмів діагностування їх технічного стану та застосування новітніх полімерних матеріалів». Реєстраційний номер проєкту 2025.07/0008).

ЛІТЕРАТУРА

- [1] D. Ma, H. Fang, N. Wang, H. Hu, X. Jiang, The state-of-the-art in pipe defect inspection with computer vision-based methods, Measurement 257 (Jan. 2026) 118431. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.118431>.
- [2] Y. Yu, P. Shi, A. Krynkina, K.V. Horoshenkov, An application of a beamforming technique, linear acoustic array and robot for pipe condition localization, Measurement 238 (Oct. 2024) 115361. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.115361>.

- [3] M.N. Mohammed, et al., Design and development of pipeline inspection robot for crack and corrosion detection, in: 2018 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC), IEEE, Dec. 2018, pp. 29–32. <https://doi.org/10.1109/SPC.2018.8704127>.
- [4] M. Ho, S. El-Borgi, D. Patil, G. Song, Inspection and monitoring systems subsea pipelines: a review paper, Struct. Heal. Monit. 19 (2) (Mar. 2020) 606–645. <https://doi.org/10.1177/1475921719837718>.
- [5] Z. Liu, Y. Kleiner, State of the art review of inspection technologies for condition assessment of water pipes, Measurement 46 (1) (Jan. 2013) 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2012.05.032>.
- [6] M. Xie, Z. Tian, A review on pipeline integrity management utilizing in-line inspection data, Eng. Fail. Anal. 92 (Oct. 2018) 222–239. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.05.010>.
- [7] Y. Tian, A.G. Palaev, I.A. Shammazov, Y. Ren, Non-destructive testing technology for corrosion wall thickness reduction defects in pipelines based on electromagnetic ultrasound, Front. Earth Sci. 12 (Jul. 2024). <https://doi.org/10.3389/feart.2024.1432043>.
- [8] T.K. Sahu, S. Thirunavukkarasu, A. Kumar, Intelligent flaw detection in eddy current inspection data through machine learning model, J. Nondestruct. Eval. 44 (3) (Sep. 2025) 88. <https://doi.org/10.1007/s10921-025-01229-2>.
- [9] Ma Q., Tian G., Zeng Y. Pipeline In-Line Inspection Method, Instrumentation and Data Management. Sensors. 2021. 21.3862. <https://doi.org/10.3390/s21113862>
-

УДК 667.64:678.026

М.В. БРАЇЛО,

к.т.н., доцент,

Херсонська державна морська академія, м. Херсон

О.О. САПРОНОВ,

д.т.н., професор,

Херсонська державна морська академія, м. Херсон,

Р.Т. БІЩАК,

к.т.н., доцент,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ,



ЗАСТОСУВАННЯ БАНДАЖНИХ ВИРОБІВ ПРИ РЕМОНТІ ТРУБОПРОВОДІВ ГАЗО-НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Трубопровідний транспорт є ключовою складовою енергетичної інфраструктури, що забезпечує транспортування нафти та природного газу, які є вкрай необхідними для забезпечення надійної роботи промислових підприємств та потреб суспільства. Значна частина магістральних трубопроводів експлуатується понад встановлений термін, що призводить до накопичення дефектів, зокрема корозійних ушкоджень, тріщин, механічних деформацій та дефектів зварних з'єднань. Тому, особливої уваги приділяють технології ремонту трубопроводів без зупинки транспортування вказаних енергоресурсів. Одним із ефективних напрямів є застосування бандажних виробів, які дозволяють локалізувати дефекти, відновити міцність трубопроводів та продовжити термін їх експлуатації без значних витрат необхідних на ремонт. Використання бандажних конструкцій, зокрема із застосуванням епоксидних композитів, забезпечує підвищення надійності трубопровідних систем, зниження аварійності та мінімізацію екологічних ризиків, що обумовлює актуальність даної тематики [1].

Бандажний ремонт полягає у встановленні спеціальної конструкції на пошкоджену ділянку трубопроводу, яка забезпечує перерозподіл напружень, зменшення їх концентрації в зоні дефекту та відновлення герметичності. Особливу ефективність демонструють бандажі із застосуванням епоксидних композитів, що характеризуються високою адгезією до металевої поверхні, значною міцністю та стійкістю до впливу зовнішніх факторів. Типова конструкція такого бандажа включає металеву оболонку (кожух), яка встановлюється на трубу, та простір між трубою і оболонкою, заповнений епоксидним композитом. Після тверднення композит утворює міцний шар, який спільно з оболонкою сприймає навантаження та забезпечує рівномірний розподіл напружень. Технологія встановлення бандажного виробу передбачає підготовку поверхні труби (очищення від корозії та забруднень), монтаж металевої оболонки, герметизацію стиків, заповнення порожнини епоксидним складом і витримку до повного затвердження полімерного матеріалу. Важливим етапом є контроль якості виконаних робіт, оскільки ефективність ремонту значною мірою залежить від дотримання встановленої технології. Застосування подібного способу ремонту ділянок трубопроводів має низку переваг, серед яких можливість проведення ремонту без зупинки транспортування продукту, зниження вартості робіт, скорочення часу відновлення працездатності трубопроводу та мінімальне втручання в його конструкцію. Крім того, використання композитних матеріалів дозволяє значно підвищити залишковий ресурс трубопроводів [3].



Перспективи розвитку даного напрямку пов'язані із впровадженням нових композитних матеріалів з покращеними фізико-механічними властивостями, використанням методів чисельного моделювання для оцінки напружено-деформованого стану системи «труба–бандаж», а також застосуванням сучасних засобів моніторингу технічного стану трубопроводів після їх ремонту.

Отже, застосування бандажних виробів, зокрема із використанням епоксидних композитів, є ефективним і перспективним методом ремонту трубопроводів газо-нафтотранспортного комплексу, що дозволяє підвищити їх надійність, продовжити термін експлуатації та зменшити ризики виникнення аварійних ситуацій. Подальші напрями розвитку досліджень у даній галузі доцільно зосередити на поглибленому вивченні напружено-деформованого стану системи «труба–бандаж» із урахуванням реальних умов експлуатації, зокрема змінних навантажень, температурних впливів та агресивних середовищ. Перспективним є розроблення та впровадження нових високоефективних композитних матеріалів із покращеними адгезійними та фізико-механічними характеристиками. Також актуальним є вдосконалення методів розрахунку бандажних конструкцій, зокрема із використанням чисельного моделювання та методів скінченних елементів, що дозволить більш точно прогнозувати їх поведінку в умовах експлуатації. Не менш актуальним є впровадження сучасних систем моніторингу технічного стану трубопроводів після ремонту, що дозволить здійснювати безперервний контроль за ефективністю функціонування бандажних виробів. Таким чином, подальший розвиток досліджень у напрямі застосування бандажних виробів сприятиме підвищенню надійності, безпеки та економічної ефективності експлуатації трубопроводів газо-нафтотранспортного комплексу.

Роботу виконано за фінансової підтримки гранту Національного фонду досліджень України («Підвищення надійності обладнання газо-нафтотранспортного комплексу шляхом впровадження алгоритмів діагностування їх технічного стану та застосування новітніх полімерних матеріалів». Реєстраційний номер проєкту 2025.07/0008).

ЛІТЕРАТУРА

[1] Niksirat M., Rahimi G., Hosseini S., Liaghat G. Experimental and numerical investigation of repaired pipeline by composite sleeve using DIC technique and FEM. Journal of Pipeline Science and Engineering. 2025. 100349. <https://doi.org/10.1016/j.jpse.2025.100349>

[2] Arifin H.H., Zardasti L., Lim K. et al. Stress distribution analysis of composite repair with Carbon Nanotubes reinforced putty for damaged steel pipeline. 2021. 194. 104537. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2021.104537>

[3] Buketov A., Sapronov O., Klevtsov K., Kim B. Functional Polymer Nanocomposites with Increased Anticorrosion Properties and Wear Resistance for Water Transport. Polymers. 2023. 15. 3449. <https://doi.org/10.3390/polym15163449>

УДК 667.64:678.026

Андрій БУКЕТОВ,
д.т.н., професор,
Владислав СТРЕЛЬЧЕНКО,
аспірант,
Людмила САПРОНОВА,
аспірант,
Херсонська державна морська академія, м. Херсон

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ ДЛЯ ГАЗО-НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Сьогоднішні стандарти використання транспортних засобів, особливо ті, що стосуються перевезення газу та нафти, ставлять вимоги не лише до простоти формування й нанесення захисних шарів, але й до їхньої підвищеної зносостійкості та тривалого ресурсу. Наявні антикорозійні та антикавітаційні покриття часто не задовольняють споживачів через низьку ефективність при тривалій роботі в агресивному середовищі. Тому виникає потреба у створенні новітніх композитів, які б мали високий опір зношуванню та корозії, малу втомну повзучість і кращі механічні властивості [1, 2].

Епоксидні композити формували на основі пластифікованої епоксидної матриці. Експериментально доведено, що з метою поліпшення реологічних і механічних властивостей композитних матеріалів (КМ) у епоксидний олігомер (100 мас.%) необхідно уводити пластифікатор у вигляді аліфатичної смоли ДЕГ-1 (12 мас.%). Полімеризувати композицію слід твердником ПЕПА у кількості 12 мас.%.

Враховуючи наведене вище у роботі проведено дослідження механічних властивостей армованих різними тканинами КМ. Використано системний підхід у кілька етапів, що включає дослідження КМ з тканинами одного типу, склеєних пластифікованою матрицею.

На попередньому етапі досліджували фізико-механічні властивості КМ на основі вихідної епоксидної матриці та тканин різного типу. Зазначимо, що при

виготовленні зразків використовували 6 тканин різного типу з товщиною 0,2 мм.

Експериментально встановлено залежність фізико-механічних властивостей КМ від типу використаної тканини на основі скляних, вуглецевих і базальтових волокон. Встановлено динаміку зростання густини КМ від типу тканини у напрямку: скляна ($1,4 \text{ г/см}^3$) $\approx$ вуглецева ($1,4 \text{ г/см}^3$) < базальтова ($1,5 \text{ г/см}^3$), що зумовлено вищою щільністю базальтових волокон. Аналогічно послідовно підвищується показник твердості за Брінеллем (НВ) від КМ зі скляною (84) до КМ з вуглецевою (86) та базальтовою (87) тканинами. Це пояснюється збільшенням опору поверхні композиту локальному деформуванню в результаті дії індентора. Максимальне значення ударної в'язкості (96 кДж/м^2) спостерігали для КМ з базальтовою тканиною. Дане значення є дещо вищим порівняно з показниками для КМ, армованих скляною (94 кДж/м^2) та вуглецевою (93 кДж/м^2) тканинами, що свідчить про здатність такого композиту досить ефективно розсіювати енергію удару. На наш погляд, механізм підвищення міцності при ударі полягає в тому, що волокна тканин, будучи міцнішими за матрицю, сприймають основне ударне навантаження, перешкоджаючи поширенню фронтальних тріщин.

Доведено, що руйнівні напруження при згині також зростають із зміною типу тканин у композитах: 514 МПа (КМ зі скляною тканиною), 526 МПа (КМ з вуглецевою тканиною), 538 МПа (КМ з базальтовою тканиною). Аналогічну тенденцію виявлено при аналізі результатів випробувань руйнівних напружень при розтягу: 380 МПа (КМ зі скляною тканиною), 402 МПа (КМ з вуглецевою тканиною), 413 МПа (КМ з базальтовою тканиною). Отримані результати свідчать про підвищення міцності композитів у комплексі (на згин і розтяг), що доводить ефективність застосування базальтових тканин для протидії зовнішнім навантаженням.

Покращення механічних характеристик КМ, армованих тканинами різного типу, особливо базальтовими, пояснюють їх високою міцністю на розрив і підвищеною адгезією до епоксидної матриці. Підвищена міцність адгезійного зчеплення зумовлена наявністю активних груп на поверхні базальтових волокон, що забезпечує активацію міжфазової взаємодії з макромолекулами епоксидного олігомеру при зшиванні КМ.

Композити з вуглецевими і скляними тканинами, маючи високі показники твердості і модуля пружності, забезпечують достатню стабільність показників властивостей у часі, а також стійкість до деформації. При цьому відмітимо збалансованість співвідношенню міцності та вартості КМ з даними тканинами.

Отже, застосування армуючих тканин у КМ, зокрема базальтової, дозволяє суттєво підвищити як міцність (на згин та розтяг), так і експлуатаційні (твердість, ударна в'язкість) характеристики епоксидних композитів. Отримані

результати доводять доцільність вибору базальтових і вуглецевих тканин для отримання високоміцних та жорстких композитних виробів чи покриттів, де необхідно забезпечити високу несучу здатність і стійкість до ударних й динамічних навантажень.

Враховуючи отримані результати надалі для формування композитів вибрано базальтову і вуглецеву тканини. При цьому їх склеювання проводили пластифікованим аліфатичною смолою епоксидним зв'язувачем.

Роботу виконано за фінансової підтримки гранту Національного фонду досліджень України («Підвищення надійності обладнання газо-нафтотранспортного комплексу шляхом впровадження алгоритмів діагностування їх технічного стану та застосування новітніх полімерних матеріалів». Реєстраційний номер проєкту 2025.07/0008).

ЛІТЕРАТУРА

[1] M. Ho, S. El-Borgi, D. Patil, G. Song, Inspection and monitoring systems subsea pipelines: a review paper, Struct. Heal. Monit. 19 (2) (Mar. 2020) 606–645. <https://doi.org/10.1177/1475921719837718>.

[2] M. Xie, Z. Tian, A review on pipeline integrity management utilizing in-line inspection data, Eng. Fail. Anal. 92 (Oct. 2018) 222–239. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.05.010>.

УДК 659.1.011.4:656:004.77

Олександр БУРЛАКА,
фахівець із закупівлі реклами,
Рекламна агенція “Quick Leads”, м. Київ

ТРАНСПОРТНА ГАЛУЗЬ У ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЯК ПРОСТІР ЕФЕКТИВНИХ РЕКЛАМНИХ КАМПАНІЙ ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ

Сучасний розвиток транспортної галузі характеризується активною цифровізацією, що охоплює як виробничі процеси, так і комунікаційні стратегії підприємств. Інтеграція цифрових технологій у маркетинг трансформує підходи до просування послуг і взаємодії зі споживачами. У цих умовах зростає значення ефективних рекламних кампаній, що базуються на цифровому маркетингу, аналітиці даних та автоматизованих системах закупівлі реклами.



Для забезпечення конкурентоспроможності підприємства поєднують традиційні та цифрові маркетингові інструменти [1].

Цифрове середовище формує нові умови функціонування ринку транспортних послуг, що характеризуються високим рівнем конкуренції, зростанням ролі інформаційних потоків і зміною поведінки споживачів. Ефективність рекламної діяльності в цифровому маркетингу визначається такими показниками, як рівень залучення аудиторії, конверсія, вартість залучення клієнта та рентабельність інвестицій. Диджиталізація охоплює всі сфери життя, змінюючи способи сприйняття інформації та взаємодії зі споживачем, що зумовлює потребу в нових маркетингових стратегіях з урахуванням персоналізації, роботи з великими даними та неоднорідності аудиторії [2, с.48].

Особливістю рекламних кампаній у транспортній галузі є їх орієнтація як на кінцевих споживачів (B2C), так і на корпоративний сектор (B2B). У першому випадку значна увага приділяється емоційній складовій рекламних повідомлень, персоналізації контенту та формуванню лояльності клієнтів. У другому – домінують раціональні аргументи, пов'язані з ефективністю, надійністю та економічною доцільністю транспортних рішень. Така специфіка зумовлює необхідність диференційованого підходу до вибору каналів комунікації, форматів рекламних матеріалів та методів оцінки їх результативності.

Таким чином, ефективна рекламна стратегія транспортних компаній передбачає диференційований підхід до комунікації з різними цільовими аудиторіями, що дозволяє підвищити конкурентоспроможність та розширити ринкові можливості підприємства.

Цифрові платформи та соціальні мережи забезпечують збір великих масивів інформації про споживачів, а машинне навчання дає змогу знаходити приховані патерни, прогнозувати поведінку клієнтів, оцінювати ефективність кампаній у реальному часі та створювати персоналізовані пропозиції нового рівня [3].

Важливу роль у реалізації рекламних стратегій відіграє фахівець із закупівлі реклами, діяльність якого охоплює процеси медіапланування, вибору рекламних платформ, управління бюджетами та моніторингу ефективності кампаній. У контексті цифрового середовища особливого значення набуває використання програматик-реклами (Programmatic Advertising), що базується на технологіях штучного інтелекту та машинного навчання. Вона автоматизує закупівлю рекламних місць і забезпечує більш точне таргетування на основі поведінкових характеристик споживачів. Аналіз великих даних дає змогу адаптувати рекламні оголошення до поведінки аудиторії, що підвищує ефективність рекламних кампаній і рівень конверсії [4].

Аналітичний компонент є невід'ємною складовою оптимізації рекламних кампаній у транспортній галузі. Використання сучасних інструментів веб-аналітики дає змогу здійснювати комплексний моніторинг поведінки користувачів, визначати ефективність окремих каналів комунікації та оперативно коригувати рекламну стратегію. Основними метриками оцінювання виступають показники клікабельності (Click-Through Rate), вартості кліку (Cost Per Click), вартості цільової дії (Cost Per Action) та рентабельності інвестицій (Return on Investment), що забезпечують об'єктивну оцінку результативності рекламної діяльності.

Розвиток мобільних технологій підвищує ефективність рекламних кампаній у транспортній галузі. Зростання обсягів мобільного трафіку зумовлює необхідність адаптації контенту до мобільних пристроїв, зокрема оптимізації форматів, швидкості завантаження та зручності інтерфейсу. Використання геолокаційних технологій сприяє підвищенню точності таргетування та релевантності рекламних повідомлень. За таких умов підприємства активно застосовують таргетовану, контекстну та програматик-рекламу, серед яких особливо ефективною є таргетована реклама завдяки високому рівню персоналізації [5, с. 367].

Отже, цифрове середовище формує нову парадигму рекламної діяльності у транспортній галузі, яка базується на інтеграції технологічних, аналітичних та комунікаційних інструментів. Ефективність рекламних кампаній визначається здатністю підприємств адаптуватися до динамічних умов ринку, використовувати інноваційні підходи до медіапланування та забезпечувати безперервну оптимізацію рекламних процесів. У цьому контексті діяльність фахівця із закупівлі реклами виступає ключовим елементом, що забезпечує досягнення стратегічних цілей підприємства та підвищення його конкурентоспроможності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бубенець, І., Олініченко, К. & Христенко, С. Маркетингова діяльність в умовах цифровізації: практичний аспект (2025). Проблеми сучасних трансформації. Серія: економіка та управління. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-17-04-08>
2. Мороз, О., Коробченко, В. & Тонкошкур, М. Трансформація маркетингових стратегій в епоху діджиталізації: вплив цифрових технологій на поведінку споживачів (2024). Центральнотраїнський науковий вісник. Економічні науки. Випуск № 11 (44). DOI: [https://doi.org/10.32515/2663-1636.2024.11\(44\).47-55](https://doi.org/10.32515/2663-1636.2024.11(44).47-55)



3. Гольдич, О. & Шульгіна, Л. Еволюція сучасних інструментів маркетингу та роль штучного інтелекту. Журнал стратегічних економічних досліджень, № 3(20), 2025. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2025.3.3>.

4. Рибак О. В. Інноваційні підходи до управління маркетингом підприємства в умовах цифрової трансформації. Економіка та суспільство. Випуск № 73/2025. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-60>

5. Рошко, С. & Гогерчак, В. Перспективні напрями розвитку реклами в міжнародному бізнесі в умовах глобальних трансформацій. Сталий розвиток економіки № 5 (56), 2025. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-56-50>

УДК 656.13

Ольга ВОЙТОВИЧ

к.т.н., доцент,

доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу

Херсонського національного технічного університету

Віра ТКАЧ

старший викладач кафедри транспортних систем і технічного сервісу

Херсонського національного технічного університету

ВПЛИВ ОНОВЛЕНИХ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ТОВАРОЗНАВЧОЇ ЕКСПЕРТИЗИ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ВИЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ЗБИТКУ (НА ПРИКЛАДІ VOLKSWAGEN CARAVELLE)

Сучасний розвиток нормативної бази у сфері товарознавчої експертизи колісних транспортних засобів зумовлює необхідність перегляду раніше виконаних експертних досліджень. Особливої актуальності це набуває у судовій практиці, де точність і обґрунтованість висновків мають визначальне значення.

У даній роботі здійснено порівняння двох варіантів експертного висновку щодо одного транспортного засобу: первинного від 27.11.2023 р. № 086-2/23 за результатами проведення судової автотоварознавчої експертизи, виконаного за Методикою 2022 року, та повторного розрахунку відповідно до вимог Методики 2025 року.

Зміни в методиці товарознавчої експертизи колісних транспортних засобів (КТЗ) станом на 2025 рік суттєво впливають на підсумкову суму матеріального збитку через оновлення алгоритмів нарахування зносу, врахування ринкових реалій та нових технологічних особливостей сучасних авто.

Встановлено, що у попередній експертизі ринкова вартість транспортного засобу визначалася із використанням узагальнених джерел інформації без належної деталізації ринкових аналогів. Натомість сучасна Методика передбачає обов'язкове використання конкретних пропозицій ринку з можливістю їх перевірки.

У новій редакції Методики посилено вимоги до визначення коефіцієнта фізичного зносу. Якщо у попередньому висновку знос було визначено на рівні 0,62 без детального обґрунтування, то при перерахунку з урахуванням значного пробігу транспортного засобу цей показник було збільшено до 0,7. Це призвело до зменшення вартості відновлювального ремонту з урахуванням зносу.

Трансформація методики товарознавчої експертизи колісних транспортних засобів (КТЗ) обумовлена необхідністю адаптації оцінки до динамічного ринку та нових конструктивних особливостей сучасних авто. Станом на 2025 рік акцент зміщено на цифровізацію розрахунків та суворе дотримання критеріїв економічної доцільності відновлення.

На основі експертного висновку № 086/23 щодо автомобіля Volkswagen Caravelle визначено стратегічні вектори впливу методики.

Враховуючи, що для іномарок віком понад 7 років знос нараховується обов'язково, для даного авто було розраховано показник зносу на рівні, що відповідає його значному пробігу та віку (згідно з вимогами п. 7.2. Методики [1]).

Оскільки об'єкт дослідження експлуатується 8,6 року з інтенсивним пробігом (357 689 км), застосування коефіцієнт фізичного зносу Ез стає обов'язковим. Це створює суттєвий розрив між ринковою вартістю нових запчастин та сумою відшкодування, що розраховується за формулою

$$C_{вр} = C_p + C_m + C_c \cdot (1 - E_z) \quad (1)$$

де C_p - вартість робіт;

C_m - вартість матеріалів;

C_c - вартість складових, що підлягає заміні.

Методика 2025 року чітко регламентує нарахування втрату товарної вартості (ВТВ) при складних кузовних роботах. У випадку з досліджуваним Volkswagen Caravelle, необхідність усунення перекосу кузова та заміна незнімних елементів (арки, підсилювачі стояків) є підставою для збільшення підсумкової суми збитку, попри солідний вік авто.

Встановлено жорстку залежність: якщо вартість відновлення $C_{рем}$ перевищує ринкову вартість авто до ДТП, ремонт визнається недоцільним. У такому разі збиток обчислюється як різниця між вартістю авто до аварії та вартістю ліквідних залишків.

Інтеграція з програмними комплексами Audatex/DAT дозволяє автоматизувати використання актуальних цін та нормативів трудомісткості виробника, що мінімізує суб'єктивізм експерта та підвищує точність розрахунків на дату оцінки.

Вартісні показники відновлення за даними програми Audatex:

- вартість ремонтно-відновлювальних робіт $C_p = 46\,226,30$ грн (без ПДВ);
- вартість необхідних матеріалів $C_m = 28\,412,50$ грн (без ПДВ);
- вартість складників, що підлягають заміні $C_c = 382\,144,20$ грн (без ПДВ).

Розрахунок вартості запчастин зі зносом виконано за формулою

$$C_{\text{зал}} = C_c \cdot (1 - E_3) \quad (2)$$

Таблиця 1.

Порівняльний розрахунок матеріального збитку власника КТЗ в залежності від коефіцієнту фізичного зносу

Показник	Без урахування зносу, грн	З урахуванням зносу ($E_3=0,62$), грн	З урахуванням зносу ($E_3=0,7$), грн
Вартість робіт та матеріалів	74 638,80	74 638,80	74 638,80
Вартість запчастин, які підлягають заміні	382 144,20	145 214,80	114 643,26
Вартість відновлювального ремонту КТЗ (без ПДВ)	456 783,00	219 853,60	189 282,06
Матеріальний збиток (з ПДВ)	548 139,60	263 824,32	227 138,47

Практична апробація методики на прикладі Volkswagen Caravelle демонструє, що для власників вживаних автомобілів зі значним пробігом сума фактичного збитку часто не покриває реальні витрати на СТО. Це зумовлено законодавчою вимогою врахування фізичного зносу, що підкреслює важливість точного розрахунку E_3 та ВТВ для забезпечення справедливості експертного висновку.

Даний розрахунок демонструє, що через високий показник фізичного зносу (зумовлений 8,6 роками експлуатації та пробігом понад 350 тис. км), сума реального матеріального збитку, яку за законом має відшкодувати винуватець, становить менше половини від фактичної вартості відновлення автомобіля.

Це підтверджує тезу про те, що Методика 2025 року (яка базується на чинних алгоритмах 2022-2023 рр.) створює значний фінансовий дефіцит для власників вживаних КТЗ, оскільки різниця у понад 321 000 грн лягає безпосередньо на власника авто.

Узагальнюючи результати дослідження, встановлено, що застосування оновленої Методики призводить до зменшення розміру матеріального збитку (приблизно на 15-20 %, у даному прикладі – 16 %), підвищення точності розрахунків та суттєвого зростання рівня доказовості експертного висновку.

Таким чином, у роботі проведено порівняльний аналіз результатів товарознавчої експертизи колісного транспортного засобу, виконаної за Методикою у редакції 2022 року, та перерахунку за актуалізованими вимогами 2025 року до обґрунтованості експертних розрахунків. Встановлено ключові відмінності у підходах до визначення ринкової вартості, фізичного зносу, вартості відновлювального ремонту та розміру матеріального збитку. Перерахунок за новими правилами призводить до зниження розміру матеріального збитку. Обґрунтовано вплив змін нормативної бази на кінцеві результати експертного дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методика товарознавчої експертизи та оцінки колісних транспортних засобів : затв. наказом М-ва юстиції України, Фонду держ. майна України від 24.11.2003 № 142/5/2092 (у редакції станом на 2025 р.). Київ, 2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1074-03#Text> (дата звернення: 09.04.2026).
2. Методика визначення обсягу ремонтних дій при встановленні розміру матеріального збитку, заподіяного власнику колісного транспортного засобу : Реєстраційний код 12.2.03 : дата держ. реєстрації 12.09.2014. Реєстр методик проведення судових експертиз.
3. Audatex. Програмне забезпечення для оцінки транспортних засобів : вебсайт. URL: <https://www.audatex.ua> (дата звернення: 09.04.2026).
4. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень : затв. наказом М-ва юстиції України від 08.10.1998 № 53/5 (із змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text> (дата звернення: 09.04.2026).
5. Бюлетень автотоварознавця. № 126. СЕУ, листопад 2022.
6. Бюлетень автотоварознавця. № 131. СЕУ, жовтень 2023.
7. EXIST.UA. Інтернет-ресурс для пошуку інформації про транспортні засоби : вебсайт. URL: <https://exist.ua> (дата звернення: 09.04.2026).

8. Про затвердження Вимог до перевірки конструкції та технічного стану колісного транспортного засобу, методів такої перевірки : наказ М-ва інфраструктури України від 26.11.2012 № 710. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2169-12#Text> (дата звернення: 09.04.2026).

9. ДСТУ 4278:2019. Дорожній транспорт. Транспортні засоби. Номери розпізнавальні. Загальні вимоги. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 46 с.

10. Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів : наказ М-ва інфраструктури України від 26.07.2013 № 550. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1453-13#Text> (дата звернення: 09.04.2026).

УДК 624.01

Микола ВОЛОШИН

к.т.н., доцент;

*завідувач кафедри гідротехнічного будівництва,
водної та електричної інженерії;*

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ В БУДІВЛЯХ

Постановка проблеми. У ХХІ столітті в структурі світової енергетики відбуваються якісні зміни. В індустріально-розвинених країнах, на відміну від колишньої орієнтації на великомасштабне нарощування виробництва енергетичних ресурсів, вищим пріоритетом енергетичної стратегії є підвищення рівня енергоефективності. Болтянська Н.І. зауважує, що енергоресурси мають критичне значення для поліпшення якості життя та розширення можливостей для всіх країн [1].

Проблема енергетичного характеру набуває не лише важливого актуального значення, але й вважається частиною формування нової геополітичної та гео економічної структури світу [2]. За останні 40 років накопичено багатий зарубіжний досвід реалізації політики щодо підвищення енергоефективності та популяризації впровадження енергозберігаючих заходів в будівлях.

Основні матеріали дослідження. В енергетичній сфері України більше уваги приділяється енергозбереженню, тоді як в розвинених країнах світу оперують поняттям більш комплексного виміру – «енергоефективність». Гительман Л.Д. вважає, що стратегічний орієнтир постійного розвитку енергетики в сучасних умовах – оптимізована комплексно збалансована система чотирьох «Е»: енергетика, економіка, енергоефективність, екологічна сумісність [3].



Вже протягом багатьох років у Європі, країнах Скандинавії використовують енергозберігаючі технології при будівництві та реконструкції будівель зазначає Ульяна Громова [4]. У цих країнах створили необхідні законодавчі норми з урахуванням економічних інтересів власників житла та інвесторів. Підвищення рівня енергоефективності домагаються за допомогою застосування ефективної теплоізоляції, установки теплонасосів, сучасних віконних рам і дверей, недопускати витоку теплого повітря, використання котельних установок з високим ККД і приладів поквартирного регулювання температури.

Політику енергоефективності провідних країн світу спрямовано на впровадження енергозберігаючих заходів через функціонування державно-приватного партнерства з обов'язковою участю власників будинків і підприємств до заходів енергозбереження. Енергоефективна політика країн-лідерів енергозбереження базується на трьох основних принципах:

1. стимулювання до заощадження енергії (передбачає використання інструментів фінансової, технічної, інформаційної допомоги держави підприємствам, бюджетним установам, громадянам для проведення енергозберігаючих заходів);

2. примус до енергозбереження (реалізується шляхом прийняття відповідних законодавчих актів та постанов, програм у сфері енергозбереження, які фіксують норми споживання та ініціюють впровадження енергозберігаючих заходів);

3. просвітницькі програми у сфері енергозбереження (покликані сформулювати нову споживчу культуру серед населення, яка базується на принципах заощадження енергії. Органи державної влади та неурядові організації країн-лідерів у сфері енергозбереження на регулярній основі проводять семінари, тренінги, освітні програми, покликані змінити культуру енергоспоживання у бік заощадження) [3].

Одним з останніх нововведень в області енергозбереження в Європі є створення європейської комісії «Енергетичного союзу». Головне завдання даного союзу - об'єднання держав-членів ЄС у вирішенні проблем енергоефективності та енергозбереження і забезпечення основних споживачів енергоресурсів в ЄС - домогосподарств і підприємств, доступною і безпечною енергією. В окремих країнах ЄС реалізується одночасно до 38 заходів в житловому секторі, а в середньому в одній країні близько 10 заходів.

Досвід європейських країн свідчить, що реалізація державної політики енергоефективності та енергозбереження в сучасних умовах здійснюється в тому числі за рахунок змін у методах і способах управління. На думку Більовського М. О., впровадження політики енергоефективності вимагає змін на рівні управлінських рішень шляхом впровадження систем енергетичного



менеджменту відповідно до стандарту ISO 50001 «Системи енергетичного менеджменту – вимоги та настанови щодо застосовування» [5].

Світовим лідером з енергетичної ефективності економіки вважається Німеччина, що постійно знаходить нові виклики для зменшення споживання енергоресурсів. На реконструкцію будинків з метою зниження енергоспоживання було витрачено понад 1,5 млрд євро. Власникам житла, які бажають провести реконструкцію будинку, надаються податкові пільги в розмірі 20% і банківські кредити з низькою процентною ставкою. Більше третини всього обсягу електроенергії отримують від вітроустановок. Інвестори одержують можливість розташувати на дахах будівель сонячні батареї і подавати отриману енергію в міську мережу [6].

В Австрії почало працювати підприємство з виробництва біогазу. В Франції в 2005 році для сімей, які бажають використовувати технології економії термічної енергії у власній оселі, ввели в дію програму податкових пільг. При модернізації житла їм надається кредит, право на відшкодування до 50% витрат по встановленню систем терморегуляції, модернізації опалення та використання альтернативних джерел енергії: біопаливо, енергія сонця і вітру.

В Швеції за останні кілька десятиліть вдалося істотно знизити залежність від викопного палива, планується припинити його спалювання для виробництва електроенергії до 2040 року. У 2016 р. почала надавати державні гранти, які компенсуватимуть 60% вартості домашніх систем зберігання енергії. Максимальний розмір субсидії - 50 тис. крон або 5,6 тис. дол. США. Субсидія поширюється на батареї, проводку, системи управління, смарт-концентратор енергії і монтажні роботи для будинків з сонячними системами на даху.

В Японії енергозберігаюча політика отримала початок з 1973 року. Вживаються заходи щодо зниження енергоємності будинків, удосконалення конструкцій будівель для зниження витрат на опалення і кондиціонування. Велика увага приділяється навчанню громадян у збереженні енергії в побуті: часткова відмова від телевізійних пультів, від нічного підігрівання води для економії часу на приготування сніданку вранці, тимчасове відключення кондиціонерів влітку. Проведений досвід на 200 сім'ях дав економію енергії в 14,2% від звичайного споживання енергії. Особлива увага приділяється розвитку геліоенергетики. Установка сонячних батарей на третину оплачується урядом.

Висновки. Отже, головними критеріями ефективної енергетичної стратегії й енергетичної політики у світі, Європейському Союзі та в Україні повинні бути надійність і безпека енергопостачання, екологічна ефективність та рентабельність. Державна політика має стати одним з основних чинників сталого соціально-економічного розвитку країни в довгостроковій перспективі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Болтянська Н.І. - Дослідження системи факторів в розвитку концепції енергозбереження агропромислового комплексу. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали I Міжнародної наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01- 24 квітня 2020 р.).* URL: [http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/2020%20453-457%20\(1\).pdf](http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/2020%20453-457%20(1).pdf) (дата звернення: 12.04.2021).
2. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту. URL: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1. -Efektyvnist_energ_resursiv.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1.-Efektyvnist_energ_resursiv.pdf) (дата звернення: 12.04.2021).
3. Гительман Л.Д. – Эффективная энергокомпания. Экономика. Менеджмент. Реформирование / Л.Д. Гительман, Б.Е. Ратников. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002. – 544 с.
4. Досвід енергозбереження в різних країнах світу | Poultry Market. Poultry Market | Птахівництво України і світу | менеджмент, аналітика, реформи, стандарти. URL: <http://market.avianua.com/?p=4042> (дата звернення: 12.04.2021).
5. Більовський М. О. - Механізми реалізації державної політики енергоефективності та енергозбереження в різних країнах світу (2017). *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.* URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNUCZUDU_2017_2_14 (дата звернення: 12.04.2021).
6. Енергозбереження в різних країнах, від кредитів на утеплення до пасивного будинку. – ППУ-утеплення Чернівці. *Теплоізоляція пінополіуританом - ППУ-Ізол Чернівці – ППУ-утеплення Чернівці.* URL: <https://www.ppu.cv.ua/enerhozberezhennia-v-riznykh-krainakh.html> (дата звернення: 12.04.2021).

УДК 004.891.2:659.1]:005.51

Павло ГАВРИШ,
провідний фахівець у сфері рекламного бізнесу,
рекламна агенція «LeadIn», м. Київ

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- КЕРУЮЧИМИ СИСТЕМАМИ В РЕКЛАМНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Сучасний розвиток суспільства характеризується стрімким зростанням обсягів інформації, цифровізацією управління та активним впровадженням



інформаційних технологій у сферу реклами. У цих умовах інформаційно-керуючі системи стають ключовим інструментом ефективної організації рекламної діяльності, що зумовлює необхідність оптимізації процесів їх управління. Українські дослідники зазначають, що впровадження таких систем забезпечує гнучкість, безпеку даних і стійкість до зовнішніх викликів, що є особливо актуальним в умовах воєнних дій і глобальних криз [1, с. 1467].

Оптимізація управління інформаційно-керуючими системами в рекламній діяльності передбачає комплексний підхід, що охоплює технічні, організаційні та людські аспекти. Її мета — забезпечити ефективне планування, реалізацію та контроль рекламних кампаній, швидкий доступ до маркетингової інформації та її обробку при мінімальних витратах ресурсів.

Ключовим напрямом є вдосконалення структури інформаційно-керуючих систем у рекламі, що включає раціональне проєктування архітектури, модульність і інтеграцію різних підсистем (CRM, аналітичних платформ, рекламних кабінетів) в єдине інформаційне середовище. Це забезпечує гнучкість управління рекламними процесами та спрощує масштабування маркетингових активностей.

Важливим аспектом є автоматизація управління рекламною діяльністю, яка дозволяє зменшити вплив людського фактору, знизити кількість помилок і пришвидшити виконання операцій, таких як запуск рекламних кампаній, аналіз ефективності та оптимізація бюджету. Вона підвищує прозорість управління та забезпечує оперативне реагування на зміни ринку. За С. Ігнатенком і І. Томащуком, автоматизація та цифровізація управлінських процесів сприяють підвищенню точності обробки інформації та рівня її захисту [2].

Особливу роль в оптимізації відіграє управління даними у рекламній діяльності: ефективний збір, зберігання та аналіз даних про цільову аудиторію, поведінку споживачів і результати рекламних кампаній забезпечують прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Використання технологій Big Data, хмарних сервісів і аналітичних платформ дозволяє отримувати глибокі інсайти, підвищувати персоналізацію реклами та ефективність маркетингових стратегій.

Оптимізація бізнес-процесів у сфері реклами передбачає їх аналіз і реінжиніринг із метою усунення дублювання функцій, скорочення часу реалізації рекламних кампаній та підвищення якості комунікації з цільовою аудиторією.

Водночас важливим є забезпечення інформаційної безпеки рекламних систем, оскільки вони оперують значними обсягами персональних і комерційних даних. Необхідно враховувати ризики несанкціонованого доступу, втрати чи спотворення інформації. Сучасні підходи передбачають використання багаторівневої архітектури захисту на основі концепцій Zero Trust, мікросегментації та Defense in Depth [3].



Людський фактор відіграє вирішальну роль у функціонуванні інформаційно-керуючих систем у рекламній діяльності. Більшість кіберінцидентів і помилок у рекламних кампаніях пов'язані з некоректними діями персоналу або недостатнім рівнем цифрових компетентностей. Як зазначає П. Бурдяк, людський фактор є однією з ключових вразливостей сучасних систем кіберзахисту [4]. Тому важливим є підвищення кваліфікації працівників, розвиток їхніх цифрових і аналітичних навичок, а також формування культури ефективного використання інформаційних ресурсів у рекламній сфері.

Суттєвим напрямом оптимізації є впровадження інтелектуальних технологій у рекламну діяльність, зокрема штучного інтелекту та машинного навчання. Вони дозволяють автоматизувати таргетинг, прогнозувати поведінку споживачів, оптимізувати рекламні бюджети та підвищувати ефективність комунікацій. Використання таких технологій відкриває нові можливості для розвитку інформаційно-керуючих систем і сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств [5].

У контексті сучасних викликів, таких як глобалізація, зростання конкуренції на рекламному ринку, кіберзагрози та швидкі технологічні зміни, оптимізація процесів управління інформаційно-керуючими системами набуває особливого значення. Вона дозволяє рекламним організаціям адаптуватися до динамічного середовища, підвищувати ефективність діяльності та забезпечувати конкурентні переваги.

Отже, оптимізація процесів управління інформаційно-керуючими системами в рекламній діяльності є багатогранним процесом, що потребує системного підходу та врахування технічних, організаційних і людських факторів. Її реалізація сприяє підвищенню ефективності рекламних кампаній, якості управлінських рішень і раціональному використанню ресурсів.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці інноваційних методів оптимізації рекламних процесів, інтеграції штучного інтелекту та вдосконаленні підходів до управління інформаційно-керуючими системами з урахуванням тенденцій цифрового маркетингу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевченко, Д. & Лобач, О. Створення інформаційно-управляючої системи для контролю процесу розробки в умовах дистанційної роботи та надзвичайних ситуацій. [Електронний ресурс] / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. Тези доп.33-ї міжнарод.наук.-практ. конф. MicroCAD -2025, 14-17 травня. Харків: НТУ «ХПІ», 2025. <https://repositorykpi.kharkiv.ua/handle/KhPI-Press/95014>



2. Ігнатенко, С., & Томащук, І. (2024). Сучасні тенденції автоматизації та цифровізації управлінського обліку в аграрних підприємствах: економічний аспект. Економічний простір, (191), 456-472. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/192-3>

3. Цехмейстер, Р., Платоненко, А., Воробох, М., Черевик, В. & Світлана, С. (2025). Дослідження методів забезпечення інформаційної безпеки у віртуальному середовищі. Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 3(27), 63-71. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.27.703>

4. Бурдяк, П. (2025). Людський фактор в кібербезпеці: кіберосвіта як системна відповідь на зростаючі загрози в цифровому просторі України та ЄС. Медіафорум: аналітика, прогнози, інформаційний менеджмент, 17, 328-346. <https://doi.org/10.31861/mediaforum.2025.17.328-346>

5. Смоляк, Ю., & Холодницька, А. Штучний інтелект в управлінні підприємством: трансформація ролі менеджера в індустрії 4.0. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. № 11. 2024. <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-11-04-12>

УДК 620.18:004.9

Ярослав ГРИГОРЕНКО

аспірант,

Херсонський національний технічний університет, Україна

Дмитро ДМИТРИЄВ

доктор технічних наук, професор,

Херсонський національний технічний університет, Україна

СМАРТИЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ І ПОСТОБРОБКИ 3D-ДРУКУ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ

У технологіях пошарового утворення металевих виробів точність, надійність і стабільність характеристик значною мірою залежать не лише від параметрів процесу друку, а й від якості підготовки та постобробки. Ці етапи формують мікроструктуру, впливають на залишкові напруження, пористість, твердість і шорсткість поверхні. У сучасних умовах розвитку адитивного виробництва актуальним завданням стає смартизація підготовчих і завершальних процедур із застосуванням інтелектуальних технологій для

підвищення якості готових виробів та забезпечення відтворюваності результатів.

Етап підготовки охоплює перевірку властивостей порошку, підбір параметрів нанесення шару, калібрування траєкторії лазера і моделювання теплових процесів. Якість вихідного порошку безпосередньо впливає на стабільність процесу плавлення. Важливими є морфологія частинок, гранулометричний розподіл, вологість і ступінь окиснення. Для автоматизованого аналізу застосовуються системи комп'ютерного зору — ImageJ, OpenCV, NEXSYS GSAT, які дозволяють оцінювати форму та розмір зерен, визначати відсоток агломератів, що погіршують рівномірність розподілу шару. Алгоритми штучного інтелекту аналізують статистичні вибірки мікрофотографій порошку та класифікують фракції за придатністю до друку. У роботах [1, 2] показано, що впровадження автоматизованого контролю порошку знижує кількість пор у готових деталях на 15–25 % порівняно з ручною оцінкою.

Додатковим аспектом смартизації підготовки є створення цифрових двійників процесу друку. Моделі, побудовані у середовищах Simufact Additive чи ANSYS AM, дають змогу прогнозувати теплові поля, усадку та деформації. На основі цих даних система оптимізує параметри лазера — потужність, швидкість, крок перекриття траєкторій — для запобігання утворенню внутрішніх напружень. Таким чином, інтелектуальні алгоритми ще на етапі планування знижують ймовірність дефектів, що проявляються після друку або під час термообробки.

Після завершення процесу побудови виробу відбувається серія постпроцедур, мета яких — усунути технологічні дефекти та забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики. Найважливішими з них є термообробка, гаряче ізостатичне пресування (HIP), механічна фінішна обробка та контроль якості. Смартизація постобробки полягає у використанні сенсорних систем і аналітики даних для автоматичного керування режимами обробки. Наприклад, температурні датчики та камери інфрачервоного спектру фіксують профіль нагріву виробу в печі, а програма коригує параметри у реальному часі для запобігання перегріву чи недогріву. Такий підхід, за даними досліджень [3], дозволяє скоротити тривалість циклу термообробки на 18 % і підвищити щільність структури металу на 2–3 %.

Важливою складовою смарт-постобробки є роботизовані системи механічного полірування та шліфування. Використання машинного зору дає змогу автоматично оцінювати шорсткість поверхні та регулювати зусилля контакту інструмента. Роботизовані комплекси KUKA LBR iiwa та Fanuc CRX забезпечують стабільне значення параметра Ra менше ніж 3 мкм без участі оператора. Додатково використовуються методи неруйнівного контролю (ультразвуковий, лазерний, рентгівівський), дані з яких обробляються алгоритмами машинного навчання для виявлення внутрішніх дефектів і формування цифрового паспорта виробу [4].



Рис. 1 — Роботизована система полірування після 3D-друку (KUKA LBR iiwa).

Смартизація підготовки та постобробки утворює замкнений контур, у якому інформація про параметри порошку, процес друку й результати термообробки передається до єдиної бази даних. Система аналізує накопичені дані та формує рекомендації для наступних циклів друку. Таким чином, виробництво набуває властивостей самонавчальної системи: кожен виріб, пройшовши повний цикл «підготовка — друк — постобробка», підвищує точність прогнозів і зменшує ризик повторення дефектів. Такий підхід відповідає концепції «Індустрії 4.0» і забезпечує перехід до автоматизованого управління якістю металевих виробів.

Отже, смартизація підготовчих і завершальних етапів 3D-друку дозволяє істотно підвищити рівень контролю якості, скоротити тривалість технологічного циклу та зменшити кількість відмов. Використання цифрових двійників, сенсорних систем і алгоритмів машинного навчання перетворює традиційне виробництво на інтелектуальну систему, де контроль якості відбувається безперервно, а параметри процесу автоматично адаптуються під задані критерії. Це створює основу для подальшого розвитку інтелектуальних технологій визначення характеристик якості металевих виробів у процесах пошарового утворення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Yesiwas T. A., Tiruneh A. B., Sisay M. A. A review article on the assessment of additive manufacturing // *Journal of Materials Science: Materials in Engineering*. – 2025. – Vol. 7, No. 1. – P. 306. – URL: <https://jmsg.springeropen.com/articles/10.1186/s40712-025-00306-8>
2. Gao B. A review of research progress in selective laser melting (SLM) // *Metals*. – 2022. – Vol. 12, No. 1. – Article 9861605. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9861605/>
3. Ben Amor S., Brissaud D., Rivette M. Digital twin implementation in additive manufacturing: a comprehensive review // *Processes*. – 2024. – Vol. 12, No. 6. – P. 1062. – URL: <https://www.mdpi.com/2227-9717/12/6/1062>
4. Hashmi A. W., Mali H. S., Meena A., Puerta A. P. V., Kunkel M. E. Surface characteristics improvement methods for metal additively manufactured parts: a review // *Materials and Manufacturing Processes*. – 2022. – Vol. 37, No. 8. – P. 917-934. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2374068X.2022.2077535>

УДК 667.64:678.026

Валерій ДЕМЧЕНКО,

д-р хім. наук, ст.досл.,

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ

Анна САПРОНОВА,

PhD,

Херсонська державна морська академія, м. Херсон



ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БАНДАЖНИХ ВИРОБІВ ПРИ РЕМОНТІ ТРУБОПРОВІДІВ ГАЗО-НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Трубопроводи газо-нафтотранспортного комплексу експлуатуються в умовах дії внутрішнього тиску до 5–10 МПа, температурних коливань у межах 233–393 К та агресивних середовищ, що спричиняє інтенсивний розвиток корозійних процесів і накопичення дефектів. У таких умовах застосування бандажних виробів із полімерним заповненням є ефективним способом відновлення працездатності трубопроводів без зупинки їх експлуатації. Таким чином вагому роль у забезпеченні надійності при відновленні ділянок трубопроводів з використанням бандажів відіграють полімерні композитні матеріали. При цьому ключовими функціями, які виконує полімер у складі бандажного виробу є передача навантаження, герметизація трубопровідної системи та антикорозійний захист. У цьому плані найбільш доцільним є застосування епоксидних композицій, які характеризуються високими фізико-механічними властивостями, зокрема: модуль пружності становить 8–15 ГПа, міцність при стиску – 80–150 МПа, адгезійна міцність до сталюї поверхні – 25–40 МПа. Такі характеристики забезпечують ефективну спільну роботу системи «труба–бандаж» та зниження концентрації напружень у зоні дефекту.

Згідно з результатами досліджень [1], використання функціональних полімерних нанокмполітів дозволяє підвищити антикорозійні властивості матеріалів у 1,5–2,0 рази та зменшити швидкість зношування до 40%. Введення вуглецевих наночастинок за вмісту 0,5–1,0 % дозволяє підвищити міцність композиту на 25–40%, модуль пружності – до 20%, а також суттєво збільшити тріщиностійкість. Додатково спостерігали підвищення значення адгезійної міцності [2] при введенні наночастинок, що є важливим для довготривалої експлуатації бандажних конструкцій. Використання таких добавок дозволяє створювати бар'єрну структуру та підвищувати щільність полімерів. Такі матеріали є ефективними для застосування в умовах підвищеної вологості та агресивних середовищ. Перспективним напрямом є розроблення термостійких полімерів, здатних працювати при температурах до 423–473 К без зміни своїх властивостей. Це особливо важливо для трубопроводів, що транспортують нагріті середовища або експлуатуються в складних кліматичних умовах.

Таким чином можна констатувати, що застосування полімерних композицій у бандажних конструкціях дозволяє забезпечити ефективний перерозподіл напружень, зменшити їх концентрацію в зоні дефекту до 20–30% та підвищити загальну несучу здатність трубопровідної системи.

Роботу виконано за фінансової підтримки гранту Національного фонду досліджень України («Підвищення надійності обладнання газо-нафтотранспортного комплексу шляхом впровадження алгоритмів діагностування їх технічного стану та застосування новітніх полімерних матеріалів». Реєстраційний номер проєкту 2025.07/0008).

ЛІТЕРАТУРА

[1] Abdelkader Hocine, Fouad Sodki Kara Achira, Ghania Habbbar, Aydin Levent, et al. Structural integrity assessment of corroded pipelines repaired with composite materials – Literature review. International Journal of Pressure Vessels and Piping. 2024. 210. 105253. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2024.105253>.

[2] Сапронов О.О., Рожков О.С., Лещенко О.В., Голотенко О.С. Дослідження адгезійних і фізико-механічних властивостей епоксикомпозитів, наповнених нанотрубками. Науковий вісник ХДМА. 2014. 2(11). 197-202. <https://journals.ksma.ks.ua/nvksma/article/view/450/602>

УДК 620.91; 621.315

Наталя ДОН

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики,
Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна
ORCID: 0000-0001-9503-5326*

Ірина ПОГРЕБНЯК

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики,
Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна
ORCID: 0000-0003-0935-1168*

Дмитро СТЕПАНЧИКОВ

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики,
Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна
ORCID: 0000-0001-5027-2213*



АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ У ПОВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ХЕРСОНЩИНИ

Електроенергетична система є ключовою складовою інфраструктури України, що забезпечує безперервне виробництво, передачу та розподіл електроенергії. Стан енергосистеми характеризується складністю, залежністю від багатьох факторів та високими вимогами до безпеки та надійності функціонування [1].

Дослідження питань енергетичної безпеки України в умовах повномасштабної війни та перспектив відновлення електроенергетичної галузі є, безумовно, актуальними. Зокрема, необхідність відновлення енергосистеми та її децентралізації, забезпечення стабільного енергопостачання, підвищення енергоефективності та перехід до відновлюваної енергетики є стратегічними напрямками, що допоможуть досягти енергетичної незалежності та стійкості енергосистеми України [1, 2].

Для Херсонщини, на території якої досі тривають активні бойові дії, питання повоєнного відновлення електроенергетичної системи є надважливим та вимагає пошуку методів забезпечення її стійкості.

Одним із ключових етапів у повоєнному відновленні Херсонщини має бути комплекс заходів щодо визначення обсягів руйнування критичної інфраструктури, що суттєво вплинули на об'єкти електроенергетики.

До початку повномасштабного вторгнення невід'ємною складовою частиною проблеми стійкості енергосистеми Херсонщини було забезпечення ефективної модернізації всього комплексу енергоустаткування через фізичне та моральне старіння обладнання електромереж; значна частка обладнання трансформаторних підстанцій та електричних мереж (як магістральних, так і розподільних) відпрацювали понаднормативний термін – більше 25 років.

Сьогодні, в умовах активних бойових дій на правобережжі Херсонщини енергетики оперативно відновлюють електричні мережі та обладнання трансформаторних підстанцій, застосовуючи наявне резервне устаткування, надане в рамках міжнародної допомоги.

З іншого боку, обов'язковою частиною робіт з проєктування та експлуатації енергосистеми є розрахунки стійкості енергосистеми та розрахункова перевірка заходів щодо її забезпечення. Відповідно, оперативне відновлення пошкодженого устаткування електроенергетичних об'єктів є критично нестабільним та непрогнозованим станом для режиму роботи енергосистеми через відсутність зазначених розрахунків та перевірок згідно вимог [3].

Наприклад, схема електричних з'єднань трансформаторної підстанції є основним елементом, що встановлює всі технічні властивості, характеристики трансформаторної підстанції в цілому. Головна схема електричних з'єднань повинна мати високу експлуатаційну надійність, побудова схеми підстанції та прилеглої електричної мережі повинна забезпечувати нормальне електропостачання споживачів при ушкодженні на будь-якій ділянці електричної мережі [3].

Зрозуміло, що оперативне відновлення пошкоджених електричних мереж та обладнання трансформаторних підстанцій не означає оперативного внесення змін до головних схем електричних з'єднань, і тим паче оперативного проведення розрахунку режимів роботи електричних мереж у нормальному та аварійному режимі роботи.

Саме тому в рамках повоєнного відновлення необхідно насамперед провести оцінку та повну інвентаризацію пошкоджених (чи знищених) електростанцій, трансформаторних підстанцій, магістральних та розподільних електричних мереж з метою забезпечення технічної точності оцінки та контролю за дотриманням вимог безпеки під час подальших ремонтів.

В Херсонському національному технічному університеті на кафедрі енергетики, електротехніки і фізики здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти за спеціальністю G3. Електрична інженерія (141. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) [4].

З огляду на нагальність потреби трансформації процесів підготовки кадрів з урахуванням умов сьогодення та викликів щодо повоєнного відновлення електричних мереж Херсонщини, є доцільним вже зараз задіяти до зазначених розрахунків здобувачів освіти та науково-педагогічних працівників кафедри в рамках співробітництва з ПАТ «Херсонобленерго».

Відповідно є сподівання, що саме випускники спеціальності G3. Електрична інженерія (141. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) Херсонського національного технічного університету прийматимуть активну участь у повоєнному відновленні енергосистеми Херсонщини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко Ю., Лазаренко Д., Марченко О. Енергетична безпека країни під час війни: Бар'єри та перспективи подолання. Вісник Хмельницького національного університету. 2024 № 1. С. 262-266. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-326-41>.
2. Лісовий, А., Андрух, О. (2025). Енергетична безпека України: виклики війни та перспективи відновлення економічного потенціалу.

Український економічний часопис, (8), 40–43.
URL: <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2025-8-7>.

3. Про затвердження Тимчасового порядку дій операторів систем розподілу з відновлення електропостачання населених пунктів, знеструмлених через пошкодження об'єктів електричних мереж або їх складових внаслідок бойових дій, у період дії в Україні воєнного стану | Постанова НКРЕКП від 20.04.2022 № 386. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0386874-22#Text>.

4. G3 Електрична інженерія (Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Перелік спеціальностей / Херсонський національний технічний університет // URL: <https://kntu.net.ua/Perelik-special-nostej/G3-141-Elektrichna-inzheneriya-Elektroenergetika-elektrotehnika-ta-elektromehanika>.

УДК 621.313:629.5:62-192

Галина ДОЩЕНКО

кандидат технічних наук,

доцент кафедри експлуатації суднового

електрообладнання і засобів автоматики

Херсонська державна морська академія, м. Одеса

Дмитро НАГОВСЬКИЙ

кандидат технічних наук,

доцент кафедри експлуатації суднового

електрообладнання і засобів автоматики

Херсонська державна морська академія, м. Одеса

СИСТЕМНИЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Вступ. Безперервне ускладнення суднових технічних засобів при незмінній надійності комплектуючих елементів, вузлів та виробів неминує веде до зниження надійності суднових систем, пристроїв та суден загалом. Вихід з ладу основного обладнання через специфічні умови експлуатації суден створює аварійну обстановку, інколи ж викликає аварії з тяжкими наслідками, включаючи людські жертви. Морські транспортні судна тривалий час знаходяться далеко від берегових баз і не можуть розраховувати на своєчасну допомогу судноремонтних підприємств. Тому при недостатньому рівні надійності суднового обладнання для забезпечення безперервного працездатного стану судна передбачають резервування (дублювання) агрегатів, що ще більше ускладнює установку.

Безперервне збільшення кількості суден, їх розмірів та швидкості веде до зростання інтенсивності руху та вимагає підвищення безпеки плавання, що



значною мірою залежить від надійності всіх суднових технічних засобів. У цьому вся складаються технічні передумови виникнення проблеми надійності.

Важливість проблеми підвищення надійності також підтверджується економічними міркуваннями. Недостатній рівень надійності - це додаткові витрати, спричинені аваріями та простоями суден, зниженням їх швидкості та збільшенням часу вантажних операцій, а також додаткові витрати на ремонт та ТО обладнання. Збільшення міжремонтного періоду суден, скорочення чисельності суднових екіпажів (без збільшення напруженості праці) неможливо успішно реалізувати без істотного підвищення надійності всіх технічних засобів. У цьому складаються економічні причини проблеми надійності.

Таким чином, проблема забезпечення необхідного рівня надійності суднового обладнання належить до проблем першорядної важливості.

Виклад основного матеріалу. Показники надійності суднових електродвигунів (СЕД) є комплексом технічних характеристик, що визначають здатність машин безперебійно виконувати свої функції в специфічних умовах морської експлуатації (вібрація, вологість, качка, перепади температур) [1].

Основні показники надійності можна поділити на такі групи:

1. Показники безвідмовності (здатність працювати без поломок)

- Середнє напрацювання до відмови (T_{cp}): Середній час роботи електродвигуна між двома послідовними відмовами. Для відповідальних суднових механізмів цей показник має бути максимально високим.

- Інтенсивність відмов (λ): Ймовірність відмови за одиницю часу. Аналіз показує, що найбільша інтенсивність відмов характерна для ізоляції обмоток та підшипникових вузлів.

- Можливість безвідмовної роботи ($P(t)$): Імовірність того, що в заданому інтервалі часу не станеться відмова.

2. Показники довговічності (термін служби)

- Призначений термін служби: Час, після якого експлуатація повинна бути припинена незалежно від стану. Для електродвигунів з урахуванням регламентних робіт і капітальних ремонтів термін служби, що призначається, становить не менше 40 років, із заміною ізоляції через 20 років.

- Ресурс до капітального ремонту Напрацювання до проведення капітального ремонту.

3. Показники ремонтпридатності (зручність ремонту)

- Середній час відновлення (T_B): Середній час, що витрачається на усунення відмови (ремонт, заміну вузла).

- Трудомісткість технічного обслуговування (TO): Витрати праці на проведення планових оглядів та ремонтів. Для допоміжних двигунів може досягати високих значень (наприклад, близько 30-40 осіб на 1000 годин роботи).



4. Експлуатаційні показники

- Коефіцієнт технічного використання ($K_{ТВ}$): Відношення часу роботи у справному стані до всього часу експлуатації.

- Коефіцієнт готовності ($K_{Г}$): Імовірність того, що двигун виявиться працездатним у довільний момент часу.

Специфічні фактори, що впливають на надійність суднового електрообладнання (СЕО):

- Якість ізоляції (клас нагрівостійкості) - найбільш вразливий елемент при високій вологості та солоності повітря.

- Стан підшипників – віброактивність на судні прискорює зношування.

- Зовнішні умови (температура, крен, диферент).

Оцінка надійності часто проводиться на основі даних моніторингу експлуатаційних параметрів, таких як вібрація, температура обмоток та підшипників, опір ізоляції.

Раптова відмова та втрата працездатності практично будь-якого суднового електроприводу супроводжується зниженням експлуатаційних характеристик судна, підвищує ймовірність виникнення технічних, екологічних та навігаційних подій [2]. У переважній більшості випадків (85...95%) відмови відбуваються через ушкодження обмотки; 2...5% електродвигунів відмовляють через пошкодження підшипників.

Близько 35% відмов спостерігається через недостатньо хорошу якість виготовлення електродвигунів. Для електродвигунів відзначається незадовільна якість застосовуваних матеріалів (особливо електроізоляційних, обмотувальних проводів та просочувальних лаків). Основною причиною відмов є недоліки експлуатації (переважно незадовільний захист). З цієї причини відбувається близько 50% відмов.

З погляду надійності, обмотку асинхронних двигунів можна розглядати як систему, що складається із послідовно з'єднаних елементів. Такими елементами є пари сусідніх провідників, композиція пазової ізоляції та композиція міжфазної ізоляції у лобових частинах обмотки. При двошаровій обмотці має бути також враховано надійність ізоляції між секціями. Оскільки відмова будь-якого перерахованого елемента призводить до відмови всієї системи (обмотки), то надійність обмотки (імовірність безвідмовної роботи) може бути визначена згідно з теоремою множення ймовірностей за формулою [3]:

$$p_{\text{св}}\{t\} = \prod_{i=1}^n p_{\text{а}}\{t\} \prod_{\Pi=1}^z p_{\Pi}\{t\} \prod_{M=1}^m p_{M}\{t\} \prod_{c=1}^z p_c\{t\}$$



де – $P_{ei} \{t\}$ надійність міжвиткової ізоляції пари провідників; $P_{\Pi} \{t\}$ - надійність композиції пазової ізоляції в одному пазу; $P_M \{t\}$ - надійність композиції міжфазної ізоляції в лобовій частині обмотки (однієї міжфазної прокладки); $P_C \{t\}$ - надійність композиції міжсекційної ізоляції в пазу (при двошаровій обмотці).

В цій формулі у повному обсязі співмножники рівноцінні. Найменше значення має перший співмножник $\prod_{i=1}^n P_{vi} \{t\}$ що в основному і визначає надійність обмотки. Це обумовлено двома факторами: відносно низькою міжвитковою надійністю ізоляції та значною кількістю пар провідників в асинхронних двигунах ($n = 102 \dots 103$). Надійність композиції пазової міжфазної та міжсекційної ізоляцій досить висока.

Ця теорія підтверджується матеріалами вивчення досвіду експлуатації асинхронних двигунів. Відмови щодо характеру пошкодження обмоток розподіляються наступним чином: міжвиткові замикання – 93%, пошкодження та пробої пазової ізоляції 2%, пробої міжфазної ізоляції – 5%.

Іноді відмови відбуваються внаслідок зачеплення ротора об статор через значну нерівномірності повітряного зазору, що призводить до неприпустимих місцевих перегрівів обмоток та виткових замикань.

Характерними ушкодженнями для обмотки ротора асинхронних короткозамкнених двигунів є тріщини та обриви стрижнів обмотки ротора в місці їх входу в короткозамикаючі кільця. Обриви стрижнів свідчать про значні динамічні сили, що діють на ротор при пусках та перемиканнях частоти обертання [4].

Висновки. Практична значущість роботи полягає в тому, що отримані результати можуть бути використані для вдосконалення систем діагностики стану суднових електродвигунів, впровадження методів прогнозування відмов (predictive maintenance) та підвищення ефективності технічного обслуговування та зниження експлуатаційних витрат.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку математичних моделей деградації ізоляції, а також інтеграцію сучасних методів моніторингу (вібраційного, теплового, електричного) в єдині системи діагностики суднового електрообладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Austin Hughes, Bill Drury *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications*, 5th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2019. DOI: 10.1016/C2018-0-03899-8
2. Carrión-Jaura, Rubén & Díaz Sinche, Diego Vinicio & Castillo-Calderón, Jairo & Caraguay-Correa, Christian. (2024). Practical Approach to the Application of

IEEE Standard 43-2013 in the Assessment of the Insulation of Rotating Machines. 10.1007/978-3-031-70981-4_58.

3. Gundewar S.K., Kane P.V. "Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Induction Motor," *Journal of Vibration Engineering and Technologies*, 2021. DOI: 10.1007/s42417-020-00253-y

4. Chikkam S., Singh S. "High-resolution-based electrical fault diagnosis of induction motor..." *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2022. DOI: 10.1007/s13369-022-06623-w Doorsamy, W. Condition Monitoring of Electric Machines: Modern Frameworks and Data-Driven Methodologies. *Machines* 2025, 13, 144. <https://doi.org/10.3390/machines13020144>

УДК 626:624.012.4

Роман КОВАЛЕНКО

к.т.н., доцент,

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Вступ. В умовах зростання масштабів пошкодження інженерної інфраструктури України особливої актуальності набуває відновлення гідротехнічних об'єктів, оскільки їх технічний стан безпосередньо впливає на безпеку територій, стабільність функціонування водогосподарських систем, надійність водопостачання, водовідведення, регулювання стоку та захисту від шкідливої дії вод. Пошкодження таких споруд супроводжується технічними й екологічними наслідками, ускладнює раціональне використання водних ресурсів і знижує ефективність суміжної інженерної інфраструктури.

За таких умов зростає потреба у застосуванні сучасних будівельних матеріалів, здатних забезпечити належні експлуатаційні характеристики відновлюваних конструкцій. Одним із них є сталеві фібробетон, який порівняно зі звичайним бетоном характеризується вищими показниками тріщиностійкості, зносостійкості, ударної в'язкості та надійності окремих конструктивних елементів. Це зумовлює доцільність його розгляду як матеріалу для виконання ремонтно-відновлювальних робіт на пошкоджених гідротехнічних об'єктах.

Водночас застосування сталеві фібробетону в гідротехнічному будівництві потребує обґрунтованої оцінки, оскільки його ефективність визначається фізико-механічними властивостями, конструктивними особливостями споруди, характером пошкоджень, умовами виконання робіт і подальшої експлуатації. У зв'язку з цим актуальним є аналіз можливостей використання сталеві фібробетону



при відновленні пошкоджених гідротехнічних об'єктів і визначення доцільних напрямів його практичного застосування.

Мета дослідження — обґрунтувати доцільність застосування сталевібробетону при відновленні пошкоджених гідротехнічних об'єктів та визначити сфери його найбільш ефективного використання у ремонтно-відновлювальних роботах.

Завдання дослідження полягають у аналізі основних властивостей сталевібробетону як сучасного будівельного матеріалу, визначенні особливостей його застосування при відновленні пошкоджених гідротехнічних об'єктів, характеристиці переваг і обмежень використання в ремонтно-відновлювальних роботах, а також встановленні найбільш доцільних напрямів застосування у відновленні окремих конструктивних елементів гідротехнічних споруд.

Основний матеріал. Пошкодження гідротехнічних об'єктів унаслідок воєнних дій створює суттєві ризики для функціонування водогосподарської та інженерної інфраструктури України. Руйнування окремих конструктивних елементів таких споруд може спричинити порушення роботи систем водопостачання, водовідведення, зрошення, регулювання стоку та захисту територій від шкідливої дії вод. У зв'язку з цим актуалізується питання застосування сучасних матеріалів для виконання ремонтно-відновлювальних робіт на пошкоджених гідротехнічних об'єктах. На рис. 1 наведено приклад пошкодження гідротехнічної споруди внаслідок воєнних дій.

Одним із матеріалів, що може бути використаний у відновлювальних роботах, є сталевібробетон. Це різновид бетону, армованого сталевими фібрами, які забезпечують дисперсне армування та впливають на роботу матеріалу під навантаженням. Введення сталевих фібр в бетонну матрицю сприяє підвищенню тріщиностійкості, ударної в'язкості, зносостійкості та міцності на розтяг при згині, що є важливим для конструкцій, які працюють в умовах локальних пошкоджень і змінних навантажень.



Рис. 1 – Приклад пошкодження гідротехнічної споруди внаслідок воєнних дій (Карачунівське водосховище)

Для гідротехнічних об'єктів зазначені властивості мають особливе значення, оскільки окремі елементи споруд експлуатуються в умовах підвищеної вологості, дії водного потоку, абразивного зношування, циклічних навантажень та інших несприятливих факторів. За таких умов застосування сталевібробетону може підвищити довговічність конструктивних елементів і їх експлуатаційну надійність. На рис. 2 показано загальний вигляд сталевібробетону як матеріалу, що може застосовуватися у відновлювальних роботах.



Рис. 2 – Зовнішній вигляд сталевібробетону / структура сталевібробетону зі сталевібробетоном



Найбільш доцільним є застосування сталевібробетону при відновленні окремих елементів гідротехнічних споруд, зокрема захисних і ремонтних шарів, облицювань, плит, а також ділянок, що працюють в умовах підвищеного зношування та ризику тріщиноутворення. Це зумовлено здатністю матеріалу ефективніше сприймати локальні пошкодження та обмежувати розвиток тріщин у процесі експлуатації.

Водночас сталевібробетон не слід розглядати як універсальне рішення для повної відбудови всіх елементів великого гідротехнічного комплексу. Для масивних споруд визначальне значення мають не лише фізико-механічні характеристики матеріалу, а й технологія укладання, особливості армування, умови тверднення, робота конструкції в масиві та вимоги до довготривалої надійності. Тому його доцільно розглядати насамперед у межах локального підсилення та ремонтно-відновлювальних заходів.

Перевагами сталевібробетону в контексті відновлення пошкоджених гідротехнічних об'єктів є зниження інтенсивності тріщиноутворення, підвищення опору локальним механічним пошкодженням, покращення зносостійкості та підвищення довговічності окремих конструктивних елементів. Водночас ефективне застосування цього матеріалу потребує обґрунтованого підбору складу бетонної суміші, рівномірного розподілу фібри та дотримання технологічних вимог під час приготування й укладання. Таким чином, доцільність використання сталевібробетону визначається призначенням відновлюваного елемента, характером пошкодження та умовами подальшої експлуатації.

Висновки. Проведений аналіз засвідчив, що сталевібробетон за сукупністю фізико-механічних характеристик може розглядатися як доцільний матеріал для відновлення пошкоджених гідротехнічних об'єктів. Його застосування є обґрунтованим у випадках, коли до відновлюваних конструктивних елементів висуваються підвищені вимоги щодо тріщиностійкості, зносостійкості, ударної в'язкості та експлуатаційної надійності.

Встановлено, що найбільш раціональним є використання сталевібробетону у ремонтно-відновлювальних роботах на окремих елементах гідротехнічних споруд, зокрема в захисних шарах, облицюваннях, плитах та інших конструкціях, що працюють в умовах інтенсивного зношування, локальних пошкоджень і змінних навантажень. Водночас його застосування не слід розглядати як універсальне рішення для повної відбудови всіх гідротехнічних об'єктів, оскільки ефективність матеріалу визначається конструктивною схемою споруди, характером пошкоджень, технологічними умовами виконання робіт та експлуатаційними вимогами.

Таким чином, сталевібробетон доцільно розглядати як один із сучасних матеріалів для відновлення пошкоджених гідротехнічних об'єктів, насамперед у межах локального підсилення та відновлення окремих конструктивних елементів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на уточнення технологічних параметрів його застосування та визначення умов найбільш ефективного використання у практиці відновлення гідротехнічної інфраструктури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Liu Y.-W., Chen H.-L., Lin C.-H. et al. Abrasion behavior of steel-fiber-reinforced concrete in hydraulic structures. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, No. 16. P. 5562.
2. ACI Committee 544. *Report on fiber reinforced concrete: ACI 544.1R-96 (reapproved 2009)*. Farmington Hills, MI : American Concrete Institute, 2009.
3. ACI Committee 207. *Report on the erosion of concrete in hydraulic structures: ACI 207.6R-17*. Farmington Hills, MI : American Concrete Institute, 2017.

УДК 628.3

Володимир КРАВЧЕНКО,
*к.т.н., доцент кафедри гідротехнічного будівництва,
водної та електричної інженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м.
Кропивницький*

ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ СТІЧНИХ ВОД

Сучасні технологічні процеси очищення комунальних стічних вод, такі як механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, вимагають значних енергетичних та фінансових витрат і є причиною збільшення собівартості очищеної води як продукту. Однак зазначені методи не у повній мірі відповідають вимогам нових екологічних норм, що значно підвищує токсичність водних об'єктів.

Щоб зменшити витрати на проведення технологічних процесів очищення стічних вод та їх шкідливий впливу на навколишнє середовище, необхідно удосконалювати існуючі та впроваджувати нові перспективні технології із застосуванням високоефективних методів, здатних надійно очищати воду незалежно від ступеня її хімічного чи біологічного забруднення.

Перспективним напрямком вдосконалення очисних технологій може бути використання для інактивації контамінантної мікрофлори та очищення від органічних забруднень у водному середовищі кавітаційних явищ. Кавітація виникає у рідині і проявляється пароутворенням в зонах низького тиску, з подальшим вибухом всередину (імплізія) бульбашок, що утворилися у зоні підвищеного тиску. При цьому парогазова суміш кожної бульбашки нагрівається до температур порядку декілька тисяч градусів (8000–12000 K), а стрибки тиску можуть досягати 10^3 МПа [1].

Знезаражуючий ефект пояснюється одночасним впливом як фізичних чинників, так і утворенням у парогазовій фазі бульбашки хімічних реакції, що призводять до утворення активних сполук: гідроксильних радикалів $\cdot\text{OH}$, озону O_3 , пероксиду водню H_2O_2 , які здійснюють знезаражувальну дію [2]. Зазначені речовини можуть реагувати з органічними сполуками, що містяться в стічних водах та знищувати мікроорганізми, а сила імплізії розривати молекулярні зв'язки органічних забруднювачів або викликати їх термічне розкладання і руйнування.

В процесі очищенні стічних вод кавітація може працювати одразу у двох напрямках: знезаражувати мікроорганізми, такі як бактерії, віруси, гриби і цисти, зокрема патогени *E.coli*, та руйнувати шкідливі хімічні сполуки: ПАР, барвники, феноли, фармацевтичні препарати, нафтопродукти тощо [2].

Серед відомих видів кавітації, найбільш поширеними є гідродинамічна та акустична. Враховуючи такі економічні показники як простота конструкції, низька вартість апаратів і низьке споживання електроенергії, гідродинамічна кавітація має перевагу у порівнянні з ультразвуковою [3]. Такий спосіб кавітації з обміном тиском та кінетичною енергією може бути досягнуто в апаратах, де процес генерується шляхом проходження рідини через різного роду звуження: клапани, дроселі, діафрагми, сопла.

Основою відомих проточних кавітаційних апаратів статичного типу, які мають суттєві переваги перед іншими типами, є сопла Вентурі. Його конструкція представляє собою послідовно поєднані між собою вхідний патрубок, конфузор, проточну камеру, дифузор і вихідний патрубок, які створюють зони низького тиску, де рідина прискорюється, а потім різко уповільнюється, що і призводить до виникнення кавітації. Однак, щоб забезпечити ефективну роботу таких пристроїв, що визначається оптимальними значеннями числа кавітації, необхідно враховувати їх геометрію, а також контролювати тиск на вході і виході, де відбувається імплізія бульбашок.

Кавітація може мати значний потенціал для підвищення ефективності міських очисних споруд, особливо в контексті їх модернізації. Так, у місті Кропивницький таку технологію можна використовувати як додатковий процес

до традиційного біологічного окислення, щоб підвищити біорозкладання субстрату або для дезінфекції та зниження токсичності стічних вод. Так, у схемі очистки стоків (рис. 1) гідродинамічну кавітацію доцільно інтегрувати на проміжному або попередньому етапі, залежно від цілей та типу забруднень стічних вод.

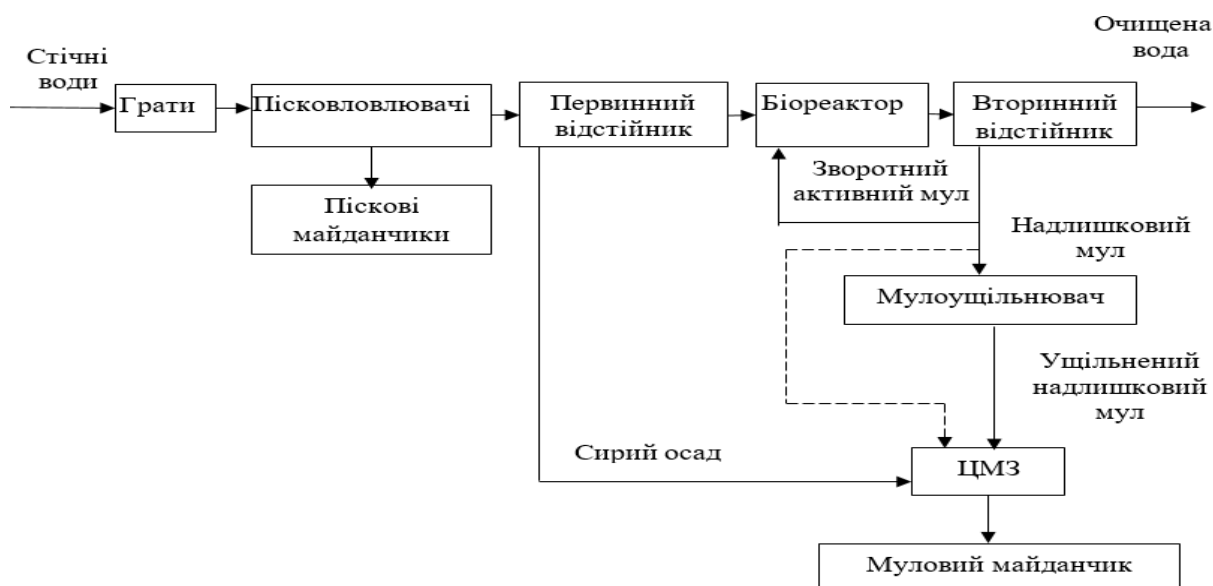


Рис. 1 –Типова принципова технологічна схема очищення стічних вод

Приклади такого впровадження можуть бути наступними:

1. На попередньому етапі після механічного очищення для знезараження бактерій і вірусів, деструкції органічних речовин та підвищення біодоступності забруднень для біоочистки.

2. Перед біологічним етапом очищення для розщеплення складних органічних молекул та підвищення ефективності біоокиснення зі зменшенням навантаження на біореактори.

3. На завершальному етапі для доочистки стічних вод з видаленням залишкових ПАР, фармацевтичних речовин та мікропластику, а також знезараження перед скиданням або повторним використанням. Цей етап може замінити або доповнити хлорування чи озонування та є безпечніше для довкілля, оскільки не утворює токсичних побічних продуктів.

Висновки. Гідродинамічна кавітація, яка переважає інші її види у простоті обладнання, енергоефективності, значно нижчій вартості та за експлуатаційними характеристиками, є безпечною і високоефективною технологією очистки і знезараження, що може бути екологічно чистим способом зменшення забруднення довкілля стічними водами.

Висока гнучкість та адаптивність до існуючих технологічних схем очищення дозволяє застосовувати кавітаційну технологію як основну, так і допоміжну, що дозволить інтенсифікувати процес очищення стоків і суттєво зменшити техногенне забруднення гідросфери через значне скорочення використання дорогих хімічних реагентів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К., Макаренко А.А. Вплив гідродинамічної кавітації на зміну температурних показників води // Теоретичні та експериментальні дослідження гідравлічних, теплових, масообмінних процесів : наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. — 2023. — Т. 82, вип. 1. — С. 22–27. — DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/swonaft.v82i1.1000>.
2. Gagol, M., Przyjazny, A., Boczkaj, G. Wastewater treatment by means of advanced oxidation processes based on cavitation – A review. *Chemical Engineering Journal*, 2018, vol. 338, pp. 599–627. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.01.049>.
3. Ye Y.-F., Zhu Y., Lu N., Wang X., Su Z. Treatment of rhodamine B with cavitation technology: comparison of hydrodynamic cavitation with ultrasonic cavitation // *RSC Advances*. — 2021. — Vol. 11. — P. 5096–5106. — DOI: <https://doi.org/10.1039/D0RA07727E>.

УДК 66.01: 66.011

Сергій КУЗНЕЦОВ

*к.т.н., доцент кафедри хімічних технологій,
експертизи та безпеки харчової продукції,
ХНТУ, м. Хмельницький.*

Віолета БЕЗПАЛЬЧЕНКО

*к.х.н., доцент кафедри хімічних технологій,
експертизи та безпеки харчової продукції,
ХНТУ, м. Хмельницький.*

Оксана СЕМЕНЧЕНКО

*к.т.н., доцент кафедри хімічних технологій,
експертизи та безпеки харчової продукції,
ХНТУ, м. Хмельницький.*

Єлизавета ІВКІНА

*студентка гр. 5ПР1 факультету інформаційних технологій та дизайну,
ХНТУ, м. Хмельницький.*

СИНТЕЗ НОВИХ КАТАЛІЗАТОРІВ ДЛЯ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ МОНООКСИДУ КАРБОНУ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ

При роботі котелень на рідкому, твердому або газоподібному паливі, в атмосферу викидається ціла низка шкідливих речовин. Серед них одним з найбільш небезпечних являється монооксид карбону. Враховуючи, що у кожному місті чи промисловому регіоні функціонує кілька десятків, а іноді й сотень котелень, абсолютна маса монооксиду карбону, що потрапляє в атмосферу, становить тисячі тонн на рік.

Людина щодоби пропускає через свої легені близько двадцяти кубометрів повітря, яке може бути забрудненим. Монооксид карбону має сильні токсичні властивості. Він у 300 разів швидше за кисень взаємодіє з гемоглобіном крові, а його концентрація 0,32% в повітрі є летальною. Потрапивши в атмосферне повітря, монооксид карбону доокислюється до двооксида карбону дуже повільно. У середньому у природних умовах така конверсія може відбуватися від одного до трьох місяців. Існуючі методи очищення газових викидів від цієї сполуки часто є вузькоспеціалізованими і вартісними. Наприклад, каталітичне доокислення за допомогою платинових каталізаторів, яке широко поширене у автомобільних бензинових двигунах, є економічно недоцільним для великих обсягів газів із-за коштовності металів, які входять до їх складу. Також існують каталітичні методи очищення технологічних газів, наприклад у синтезі аміаку. Але ці методи зовсім не придатні для екологічного очищення, тому що вимагають застосування високих тисків (до $300 \cdot 10^5$ Па) і складного технологічного обладнання.

При синтезі каталізаторів, які можуть бути використані для доокислення монооксиду карбону ключове значення мають такі параметри, як порядок реакції та температурний коефіцієнт. У роботі вивчено кінетику реакції, визначено й досліджено основні параметри, які дозволяють надати комплексну оцінку розробленим каталізаторам [1]. Відносно низькі значення температурного коефіцієнта та енергії активації дозволяють зробити висновок, що реакція окислення оксиду карбону (II) на мідно-марганцевому каталізаторі протікає в дифузійній області. Про це свідчить перший порядок реакції. Сумарна енергія розривання молекулярних зв'язків, становить 1178 кДж/моль, що практично виключає протікання реакції без каталізатора.

При каталітичній взаємодії монооксид карбону забирає кисень у каталізатора, а вода повертає його каталізатору, причому обидва процеси протікають одночасно. Протікання реакції по механізму сумісної взаємодії призводить до значного зниження енергетичного бар'єру. Це дозволяє здійснювати процес за відносно низьких температур і великих об'ємних

швидкостях, що й спостерігалось у даних дослідженнях. Найбільш ефективним засобом прискорення процесів, що протікають у дифузійній області, є зниження розмірів зерен каталізатора, а також застосування каталізаторів з розвиненою поверхнею, де великі пори є транспортними шляхами до високорозвиненої поверхні, яка створюється тонкими порами малої довжини [2]. Експериментальні дані свідчать, що досліджені каталізатори проявляють активність вже при температурі 150°C. Але ступінь конверсії монооксиду карбону досягає максимальних значень при температурі 300°C. Синтезовані трубчасті каталізатори проявляють більш високу активність в порівнянні з промисловим низькотемпературним каталізатором НТК-4. Наявність в очищувальному газі водяної пари не знижує активність запропонованих каталізаторів.

Визначення кінетичних параметрів реакції дозволяє встановити залежність швидкості реакції від зміни концентрації кожної реагуючої речовини, розрахувати час, необхідний перетворення реагентів на продукти, а також визначити найповільнішу стадію процесу.

Досліджувалися чотири групи каталізаторів з чотирьох зразків. Каталізатори першої групи були приготовлені шляхом «гасіння» коксу, в насичених аміачних розчинах $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, нагрітого до температури 800°C без доступу повітря. У другій групі, у якості каталітично активних сполук використовувались аміачні розчини, KMnO_4 і $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Каталізатори третьої групи отримували на основі MnCO_3 і $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Четверта група показала найвищу активність. Тут, крім каталітично активних речовин, використали цемент, алюмінієву пудру та аміачну воду. При взаємодії активатора (алюміній пудри) з аміачною водою виділявся водень, що сприяло утворенню пористої пастоподібної маси каталізатора. Потім цю пасту за допомогою спеціального плунжера тонким шаром наносили на внутрішню поверхню труб, де вона і застигала. Кінетичне рівняння реакції гетерогенного окислення монооксиду карбону на каталізаторі виражається рівнянням:

$$U = K [C_{\text{CO}}]^n \cdot [C_{\text{O}_2}]^m,$$

де K – константа швидкості реакції; $C_{\text{CO}}, C_{\text{O}_2}$ – концентрації реагуючих речовин; n, m – показники ступеня, що характеризує порядок реакції за цим компонентом. Для визначення порядку та константи швидкості реакції методом інтегрування використовувались експериментальні дані ступеня перетворення монооксиду карбону в залежності від об'ємної швидкості газу. Відповідно до цього розрахована динаміка зміни концентрації реагуючих компонентів під час реакції. Для визначення порядку реакції з кисню використані експериментальні дані. Результати досліджень показують, що при надлишку кисню швидкість процесу не залежить від його концентрації

в газовій суміші, а при нестачі - пропорційна їй. Отже, при нестачі кисню в газовій суміші аж до стехіометричного співвідношення реакція окислення монооксиду карбону на мідь-марганцевих каталізаторах протікає за рівнянням другого порядку (перший по СО и перший по O₂). Константа швидкості, при

цьому, виражається рівнянням:

$$K_{AB} = \frac{a \cdot \ln \left[\frac{A}{A_0} \cdot \frac{B_0}{B} \right]}{\tau \cdot [B \cdot A_0 - a \cdot B_0]},$$

де "а" і "в" - коефіцієнти стехіометричного рівняння.

Збільшення концентрації кисню вище за стехіометричні показники в рівнянні реакції $CO + \frac{1}{2}O_2 = CO_2$ призводить до зниження загального порядку реакції до першого. Враховуючи, що промисловий процес санітарної очистки газів, як правило, протікає при надлишку кисню, більший інтерес становить кінетичне рівняння першого порядку: $K_A = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{A_0}{A}$. Це рівняння використано подальших

розрахунках констант швидкості для реакцій окислення монооксиду карбону. Знаючи залежність $K = f(T)$, можна визначити енергію активації процесу:

$$E = \frac{R \ln \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = \frac{8.31 \ln \frac{2}{0.156}}{\frac{1}{423} - \frac{1}{573}} = 35214 \text{ Дж/моль}$$

Ступінь конверсії монооксиду вуглецю в залежності від температури та об'ємної швидкості показано в таблиці 1.

Таблиця 1.

Ступінь конверсії СО на мідно-марганцевому каталізаторі

Температура, °С	Об'ємна швидкість газу, ч ⁻¹				
	5000	10000	15000	20000	25000
100	17	12	8	4	3
150	25	18	16	10	7
200	51	42	39	35	30
250	83	78	76	74	68
300	96	94	90	86	78

Синтезовано та досліджено нові каталізатори, які мають високу продуктивність, активність, вибірковість, механічну міцність та термостійкість. А також, їм присутні низький гідравлічний опір, низька температура запалювання, низька собівартість і висока стійкість до каталітичних отрут. Технологія виготовлення каталізаторів проста та надійна, вона не вимагає використання дефіцитної сировини та складного обладнання.

Розроблені каталізатори можуть бути використані на теплоенергетичних підприємствах, для очищення великих обсягів газів, від монооксиду карбону. При цьому, не має значення, який вид палива використовується.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент на винахід УКРАЇНА UA 62855A, IPC 7 V01D47/00, C10K1/00. Спосіб очищення відхідних газів котельних від оксиду вуглецю та пристрій для його реалізації / Кузнецов С.І. (Україна); заявл.04.09.03; публ. 15.12.03, Бюл. №12, 2003.

2. Іваненко О. І., Мартинюк А. С., Вагін А. В., Довголап С. Д. Каталітичне знешкодження монооксиду вуглецю печей обпалу типу рідгамера. Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки, №3. 2025. С. 14-25. <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-3-2>.

УДК 621.383.51; 621.548

Владислав КУРАК,

к.т.н., доцент,

*в.о. завідувача кафедри енергетики, електротехніки і фізики,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон*

Олена АНДРОНОВА,

к.т.н., доцент,

*доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон*

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ПІД ЧАС ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ХЕРСОНЩИНИ

Енергетичною стратегією України на період до 2050 року, затвердженою Кабінетом Міністрів України 21 квітня 2023 року [1], передбачається суттєвий розвиток об'єктів розподіленої генерації, що використовують відновлювані джерела енергії. Такий підхід, який пов'язаний з розосередженням генеруючих потужностей на значній території, забезпечить меншу вразливість енергосистеми щодо цілеспрямованих атак з боку ворога.



Херсонщина має значний потенціал щодо масштабування об'єктів розподіленої генерації, зокрема, вітрових та сонячних електростанцій. За оцінками фахівців з Інституту відновлюваної енергетики НАН України кліматичні умови Херсонської області дозволяють забезпечити річний обсяг генерації енергії сонячними електростанціями на рівні 4696 млн. кВт·год/рік, а вітровими станціями – близько 94 397 млн. кВт·год/рік [2]. Таким чином, сумарний потенціал Херсонщини щодо річного вироблення електричної енергії сонячними та вітровими станціями становить майже 100 000 млн. кВт·год, що становить 2/3 від загального споживання електроенергії в Україні за довоєнний 2021 рік [3]. Це свідчить про те, що Херсонщина має перспективи перетворитись з енергодефіцитного регіону в енергопрофіцитний лише за рахунок масштабування встановлених потужностей вітрових та сонячних електростанцій.

Щодо перспектив розвитку вітроенергетики, то найбільш доцільним шляхом є спорудження потужних вітрових комплексів на площах, що вважаються малоцінними для ведення сільськогосподарського виробництва. Інтеграція ж вітроелектричних установок в урбаністичне середовище є більш проблематичним, ніж об'єктів сонячної енергетики. Втім, не варто виключати й можливість будівництва автономних або мережевих вітроелектричних систем малої потужності приватними домогосподарствами із власної ініціативи за умов збереження заохочувальних механізмів з боку держави.

Основним показником, що враховується при оцінці потенціалу місцевості щодо розвитку вітрової енергетики, є середньорічна швидкість вітру. Більшість території Херсонської області характеризується достатньою середньорічною швидкістю вітра, що на рівні 10 м від земної поверхні становить від 4,1 м/с до 4,5 м/с і зростає з висотою за степеневим законом. Сильні вітри, характерні для холодної пори року, в теплу пору року слабшають, але це зменшення швидкості вітру компенсується додатковими локальними вітрами, так званими бризами. Зазначені показники вітрового режиму, степова зона із значними низькопродуктивними з аграрної точки зору площами, наявність шляхів сполучення і портів дозволяють віднести Херсонщину до територій, де спорудження потужних вітропарків стає економічно доцільним. За оцінками експертів найбільш перспективними для розвитку вітроенергетики є 25 – 30% територій вздовж узбережжя Чорного і Азовського морів, а також Сиваш. Втім, побудова потужних вітропарків потребує залучень значних інвестицій.

Щодо розвитку сонячної електроенергетики в період повоєнного відновлення, то тут немає значних обмежень як на побудову потужних фотоелектричних станцій на вільних територіях, так і на сонячні системи порівняно невеликої потужності дахового та фасадного типів, які доволі легко

інтегруються в урбаністичне середовище населених пунктів. У зв'язку з цим, масштабування встановлених потужностей сонячних електростанцій може бути реалізований більш швидкими темпами, ніж у випадку вітроелектричних систем. За умов збереження і вдосконалення механізмів заохочення значний внесок у процес будівництва нових фотоелектричних станцій здатні зробити приватні домогосподарства, товариства співвласників житла багатоквартирних будинків, підприємства різної форми власності, тощо.

Під час відновлення, капітальної реконструкції та спорудження нових будівель в населених пунктах області варто приділити увагу розробці проєктів, що враховують інтеграцію фотоелектричних систем в конструкцію таких будівель (BIPV-системи). За проведеними нами попередніми оцінками кожен квадратний метр фасадної BIPV-системи в кліматичних умовах Херсонської області здатен генерувати до 107 кВт·год електричної енергії на рік, в той час як дахові – понад 150 кВт·год/м² [4]. Масове завпровадження BIPV-систем в конструкції будівель надасть можливість не лише досягти, але й перевищити очікуваний річний обсяг сонячної генерації, встановлений фахівцями Інституту відновлюваної енергетики НАН України в роботі [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2023 р. №373-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року». Верховна рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення 28.03.26).
2. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / За заг. ред. С.О. Кудрі. – К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
3. Динаміка і структура споживання електроенергії в Україні. Всеукраїнська Енергетична Асамблея. – Режим доступу: <https://uaea.com.ua/dysp/ee-cons.html> (дата звернення 28.03.26).
4. Перспективи використання фотоелектричних фасадів під час повоєнного відновлення будівель / В. Курак, О. Андропова // Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (ХНТУ, 26–28 квітня 2023 р.) у 2-х т. ; Т. 1 / за ред. О. В. Чепелюк. – Одеса : Олді+, 2023. – С. 265-268.

УДК 621.396.96

Юрій ЛАВРИЧ

*к.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник,
Інститут транспортних систем і технологій НАН України. м Дніпро.*

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РЕА

Вітчизняна радіоелектронна апаратура (РЕА), яка перебуває в експлуатації з минулого століття, в більшості практично вичерпала встановлений технічний ресурс. В розвинених країнах світу оптимальним вважається співвідношення між новою, сучасною та застарілою апаратурою 25% – 50% – 25%, в той час як для України це 0,5% – 1,5% – 98% [1].

Існуюча РЕА фактично витратила свій технічний ресурс і нині однією з головних вимог, що висувуються до розроблюваних електронних систем, є мінімізація вартості їх життєвого циклу. Питання забезпечення працездатності РЕА чітко окреслило проблему, вирішення якої є актуальним і важливим на сучасному етапі, особливо з огляду на реальний стан економіки країни.

Інноваційний розвиток країни не може здійснюватися у широкому спектрі, а має бути сфокусовано лише на пріоритетних напрямках. Статистика процесів комерціалізації наукових ідей безжальна: для того щоб сформулювати два технічно здійсненні рішення, необхідно в середньому не менше 11 нових наукових ідей. Українська радіоелектроніка є одним із найбільш перспективних та сприйнятливих для інновацій кластером вітчизняної економіки. Це пояснюється тим, що, по-перше, Україна входить до вузького кола країн світу, які займаються розробками та виробництвом радіолокаційної техніки і в нас збереглися необхідні для такої діяльності наукові школи та виробники[2].

РЛС є одним із основних інформаційних засобів забезпечення обороноздатності держав, значимість яких у найближчому майбутньому буде, безумовно, зростати в досить довготривалій перспективі [3].

Відповідно до Програм України одним із шляхів підтримки технічного стану РЕА є модернізація та ремонт, але ремонт в якості методу підтримки технічного стану шляхом заміни елементів, що відмовили, не може бути застасован, бо усі елементи зняти з виробництва.

Відновлення непрацездатних виробів потребує отримання інструментарію вивчення існуючих технічних рішень з урахуванням їх подальшого використання. З цієї точки зору актуальним є дослідження можливості технологій реінжинірингу.



Інститут має досвід використання можливостей реінжинірингу, отриманого під час проведення НДКР шифр «ІТСТ-2023/1». під час якого було розроблено технологію відновлення працездатності РЕА [4]. Застосування реінжинірингу РЕА із витраченим технічним ресурсом дозволило не тільки відновлення, а й більш якісне, відсутнє раніше, функціонування.

Цей науково-технічний підхід тією чи іншою мірою використовувався в усіх країнах світу, але найуспішнішим на сьогодні використанням реінжинірингу в якості комплексного підходу до технологічного розвитку країни можна визнати досвід Китайської Народної Республіки.

Реінжиніринг не має на меті відновлення як елементної бази, так і самого виробу, який втратив працездатність – його основною задачею є пошук власних варіантів заміни. Стосовно вибраних виробів, реінжиніринг використовується не для копіювання та відтворення існуючих виробів, а створення нових конструктивно-схемних рішень для проектування власних виробів.

Успішне відновлення працездатності несправного (застарілого) має починатися не з хаотичного пошуку аналогів, а з системного аудиту. Цей етап – фундамент всього подальшого процесу відновлення, від якого залежить вибір стратегії, терміни та бюджет.

Результати моніторингу існуючої РЕА показали, що в ній використовується принцип модульності, як сукупності принципів проектування та конструювання, для якого характерна одна загальна вимога – електричні схеми та конструкції (модуль, комірка, блок тощо) ФЗА повинні бути функціонально закінченими на відповідних рівнях.

Основними конструктивними елементами є модуль та комірка, займаючи 80% всього обсягу існуючої РЕА, розміщених на нижчих конструктивно-ієрархічних рівнях схеми розбиття РЕА. Враховуючи вид та обсяг реалізованих ними функцій, вони обрані як об'єкти реінжинірингу.

За умов обмежених матеріальних можливостей доцільно зберегти існуючу базову несучу конструкцію (БНК) обраних рівнів, незважаючи на те, що сучасна елементна база має значно менші конструктивні розміри.

Використання існуючої БНК дозволяє зменшити собівартість переведення виробів на нову елементну базу приблизно на 30 %, оскільки частка БНК в оптовій ціні становить близько 40 %. Збереження БНК модуля та комірки дозволить, окрім зменшення матеріальних витрат, зменшити час переведення на нову елементну базу, забезпечити повну конструктивну ідентичність та взаємозамінність, оскільки саме використовувана БНК є умовою забезпечення взаємозамінності всіх рівнів ФЗА.

Для управління процесом реінжинірингу застосовано імітаційне моделювання, при якому імітаційна модель використовується як засіб вивчення



об'єкта реінжинірування. Застосування методу імітаційного моделювання, при якому об'єкт, що вивчається, замінюється моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему.

В даний час на ринку програмного забезпечення існує багато програм для моделювання технічних систем. Враховуючи рівень схемотехнічної реалізації існуючої РЕА, для моделювання об'єктів реінжинірування вибрано універсальний, не орієнтований на конкретні прикладні області моделювання технічних систем, пакет MATLAB.

Для обраних об'єктів реінжинірингу проведено аналіз існуючої експлуатаційної документації (ЕД) – технічного опису ТО, схем електричних функціональних Е2, принципів Е3 та конструкторської документації для розробки вихідних даних моделювання. На підставі зібраних вихідних даних треба провести моделювання електричних схем модулів та комірок на логічних рівнях із збереженням схемотехнічних рішень та електричних параметрів вхідних та вихідних сигналів.

Для отриманих, у ході моделювання електричних принципів схем, даних треба розробити імітаційні тестові вхідні сигнали та провести тестові випробування. Результати тестових випробувань у вигляді часових діаграм вхідних та вихідних сигналів використовуються для визначення принципів роботи, схемотехнічної реалізації функцій модулів і комірок, відібраних для відновлення працездатності.

Вихідним продуктом реінжинірингу існуючих виробів стає модель, яка дозволяє провести дослідження модулів комірок, принципів роботи, ступеня відповідності закладеним функціям і способів реалізації.

Часові діаграми вихідних сигналів, що отримуються в результаті моделювання, використовуються для порівняльного аналізу з часовими діаграмами, які приведені в ЕД існуючих виробів.

На підставі результатів моделювання існуючих комірок та вихідних даних потрібно розробити технічне завдання (ТЗ) на проектування нових електричних схем нових комірок замість тих, що втратили працездатність.

Виходячи із схемотехнічних та конструктивно-технологічних особливостей побудови комірок, втративших працездатність, необхідно сформулювати вимоги до елементної бази.

Нова схемотехнічна побудова обраних об'єктів реінжинірингу може бути забезпечена лише переходом на сучасну елементну комплектуючу базу (ЕКБ). Для цього потрібно як вибір елементної бази, так і дослідження схемотехнічних рішень функціональних вузлів на логічному та електричному рівнях, їх моделювання та подальше перепроєктування модулів і комірок, як елементів першого і другого конструктивного рівня РЕА. За багатьма напрямками вітчизняний розробник гостро потребує постачання високотехнологічних ЕКБ

з-за кордону. Нами була обрано елементна база відомого виробника Texas Instruments (TI). Нова ЕКБ обрана з урахуванням наявних власних технологій виготовлення, повної відповідності вимогам за електричними та логічними параметрами, доступності. На підставі застосовуваних вихідних даних та результатів моделювання існуючих комірок слід треба провести моделювання нових комірок на обраній ЕКБ з розробкою електричних схем. Для розроблених нових комірок необхідно провести імітаційне моделювання прототипів виробів на сучасній елементній базі з подальшим порівняльним аналізом параметрів існуючих та розроблених комірок на рівні часових діаграм моделей прототипів та розроблених комірок. Моделювання проведено на програмній платформі TINA- TS Texas Instruments (TI). Рішення про одиничність прототипу та аналогу приймається в процесі порівняльного аналізу вихідних характеристик моделювання непрацездатних та новостворених виробів. Підсумком всіх етапів робіт реінжинірингу є розробка повного комплексу документації, що дозволяє виготовлення нового виробу.

Реінжиніринг є однією з найшвидших методів як відновлення устарілого устаткування, так і імпортозаміщення, що означає реальну можливість успішного експорту своїх виробів за конкурентними цінами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Климченко В.Й., Белавін О.В. Обґрунтування раціонального співвідношення обсягів капітального ремонту, модернізації і закупівлі та розробок ОВТ РТВ на середньострокову та довгострокову перспективи. Зб. наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2013, вип. 3(36), С. 35–41.
2. Лаврич Ю. Н. Особенности отечественной школы радиолокационных систем контроля космического пространства. Наука та інновації. 2019, № 15 (2), С. 80–90.
3. Кваша Т. К. Світові наукові та технологічні тренди у сфері забезпечення національної безпеки// К.: УкрІНТЕІ. 2019. 107с.
4. Лаврич Ю.М., Бистров М.І., Плаксін С.В., Шкіль Ю.В. Відновлення працездатності радіоелектронних пристроїв шляхом реінжинірингу//ТКЕА 2023, №3-4. С.3-8.

УДК 621.762

В.В. ЛАЗОРИК,

аспірант

О.В. ЛЯШКО,

аспірант

*Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький,
Україна*

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСО- ТА КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ ШЛЯХОМ ПЛАКУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ ПОРОШКІВ

Актуальність дослідження. Сучасний розвиток машинобудування та інженерії поверхні вимагає створення матеріалів із підвищеною зносо- та корозійною стійкістю. Одним із найбільш ефективних методів захисту деталей машин є нанесення газотермічних, зокрема плазмових, покриттів. Вони характеризуються високою продуктивністю, технологічною гнучкістю та можливістю формування покриттів із заданими властивостями.

Разом з тим, традиційні керамічні покриття на основі оксидів Al_2O_3 та ZrO_2 мають низку недоліків, зокрема підвищену крихкість, пористість і недостатню когезійну міцність, що обмежує їх експлуатаційну довговічність. У зв'язку з цим актуальним є пошук шляхів підвищення їх експлуатаційних характеристик.

Перспективним напрямом є наномодифікація порошкових матеріалів, яка полягає у формуванні на поверхні частинок тонких металевих оболонок нанометрової товщини. Такий підхід дозволяє суттєво впливати на процес формування структури покриття та покращувати його фізико-механічні властивості. [1-5]

Мета роботи. Метою роботи є дослідження впливу наноструктурного плакування порошків Al_2O_3 та ZrO_2 титаном і алюмінієм на структуру, корозійну стійкість та зносостійкість плазмових покриттів.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктами дослідження були порошки оксидної кераміки Al_2O_3 та ZrO_2 із розміром частинок 10–63 мкм. Плакування порошків здійснювалося іонно-плазмовим методом із формуванням двошарової металевої оболонки: внутрішнього адгезійного шару титану та зовнішнього шару алюмінію.

Напилення покриттів проводили плазмовим методом у режимі ламінарного плазмового струменя, що дозволяло зменшити окислення частинок під час транспортування до підкладки та забезпечити стабільність процесу.

Дослідження морфології порошків і покриттів виконували методом сканувальної електронної мікроскопії з енергодисперсійним аналізом. Корозійну стійкість оцінювали методом поляризаційного опору в 10% розчині сірчаної кислоти. Зносостійкість визначали за схемою «палець–диск» при сухому терті.

Результати дослідження. Встановлено, що в результаті іонно-плазмового плакування на поверхні частинок формуються рівномірні металеві оболонки товщиною від 41 до 633 нм. Отримані покриття характеризуються високою щільністю та рівномірністю розподілу компонентів.

Дослідження показали, що на поверхні порошків формуються стійкі наноструктурні утворення, які мають високу адгезію до керамічної основи. Це забезпечує покращення когезійної міцності покриттів та зменшення їх схильності до руйнування.

Результати корозійних випробувань засвідчили, що покриття, отримані з плакованих порошків, мають значно вищий поляризаційний опір порівняно з покриттями з немодифікованих порошків. Найбільш стабільні результати показали покриття на основі системи $ZrO_2/Ti/Al$.

Трибологічні випробування показали, що покриття з чистих порошків Al_2O_3 та ZrO_2 зазнають інтенсивного зношування та руйнування внаслідок викришування. У той же час покриття з плакованих порошків демонструють стабільну поведінку після стадії припрацювання. Інтенсивність зносу таких покриттів у 4–6 разів нижча порівняно з традиційними.

Обговорення результатів. Отримані результати свідчать про те, що наноструктурне плакування порошків є ефективним способом керування структурою плазових покриттів. Металеві оболонки сприяють покращенню змочування частинок, підвищенню їх пластичності під час напилення та формуванню більш щільної структури покриття.

Крім того, наявність металевих прошарків сприяє зменшенню внутрішніх напружень і підвищенню опору зародженню та поширенню тріщин. Це пояснює підвищення зносостійкості та корозійної стійкості отриманих покриттів.

Висновки. Доведено ефективність іонно-плазмового плакування порошків Al_2O_3 та ZrO_2 із формуванням двошарової оболонки Ti/Al .

1. Встановлено, що наноструктурні оболонки забезпечують підвищення щільності та когезійної міцності покриттів.

2. Показано суттєве підвищення корозійної стійкості плазових покриттів у агресивних середовищах.

3. Встановлено зниження інтенсивності зношування у 4–6 разів для покриттів із плакованих порошків.

4. Отримані результати підтверджують перспективність застосування плакованих порошків для створення довговічних функціональних покриттів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vinogradov A. Yu., Agnew S. R. Nanocrystalline materials: fatigue // *Encyclopedia of Nanotechnology*. — New York : Marcel Dekker, 2004. — P. 2269–2288. — DOI: <https://doi.org/10.2320/matertrans.42.74>.
2. Buketov A., Sapronov O., Klevtsov K., Kim B. Functional polymer nanocomposites with increased anticorrosion properties and wear resistance for water transport // *Polymers*. — 2023. — Vol. 15, № 16. — Art. 3449. — DOI: <https://doi.org/10.3390/polym15163449>.
3. He J., Ice M., Lavernia E. J. Synthesis of nanostructured Cr₃C₂-25(Ni₂₀Cr) coatings // *Metallurgical and Materials Transactions A*. — 2000. — Vol. 31A. — P. 555–564. — DOI: 10.1007/s11661-000-0290-0.
4. Смирнов И. В., Чёрный А. В., Фурман В. К., Долгов Н. А. Влияние нанодисперсных модификаторов на структуру и свойства плазменно напыленных покрытий // *Матеріалознавство та машинобудування*. — 2017. — № 5. — DOI: 10.20535/1810-0546.2017.5.94945.
5. Смирнов І. В., Чорний А. В., Калашникова І. А., Селіверстов І. А. Застосування композиційних порошків системи Al₂O₃–Ti–Cu для підвищення корозійної стійкості плазмових покриттів // *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування*. — 2009. — № 1. — С. 74–81.

УДК 621.311

Віктор ЛИТВИНЕНКО

к.т.н., доцент, доцент кафедри гідротехнічного будівництва,
водної та електричної інженерії
Херсонський державний аграрно-економічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ЧАС

Енергетична система України зазнає колосальних руйнувань під час повномасштабної війни. Пошкодження електростанцій, високовольтних підстанцій, силових трансформаторів, магістральних мереж – в таких умовах енергетика функціонує вже кілька років. Вже зараз зрозуміло – енергетична система потребує не тільки локального аварійного ремонту, а й масштабної реконструкції та відновлення у довгостроковій перспективі. Плани модернізації мають спиратися на нові воєнні виклики, вимоги безпеки, європейські



стандарти та можливості фінансування. Стратегічне відновлення енергетики – це ключовий фактор економічної стабільності, обороноздатності та безпеки держави. Без надійного електропостачання неможливі промислове виробництво, робота бізнесу, функціонування критичної інфраструктури та нормальне життя громадян. Саме тому реконструкція галузі розглядається як пріоритетна задача національного масштабу [1].

Масовані атаки на об'єкти генерації та мережеву інфраструктуру призвели до пошкодження та знищення теплових електростанцій, теплоелектроцентралей, окремих компонентів атомних станцій, магістральних ліній електропередачі. Ворог вражає не тільки електростанції, а й мережеву інфраструктуру – а це глобальні ризики розриву зв'язків між регіонами, енергетична ізоляція окремих населених пунктів, повна розсинхронізація в роботі енергетичної системи. Частину потужностей було втрачено, дефіцит електроенергії та порушення балансу між генерацією та споживанням став причиною вимушеного впровадження графіків стабілізаційних відключення світла по всій країні. Особливо критичним стало руйнування Каховської ГЕС та окупація Запорізької АЕС.

Для подолання дефіциту Україна періодично залучає імпорт електроенергії з країн ЄС. Інтеграція з європейською системою ENTSO-E дозволяє здійснювати комерційний обмін, постачання електрики та аварійну підтримку – це суттєво підвищує стійкість і стабільність української енергетичної інфраструктури в пікові періоди. Імпорт – це інструмент балансування в умовах дефіциту, наразі постійної залежності від поставок немає. Але при інтенсивних обстрілах та регулярних руйнуваннях імпорт стає головним захистом від повного блекауту та колапсу в енергетиці. Потреба у зовнішніх поставках буде зменшена, якщо держава забезпечить достатній обсяг генерації, подбає про створення власних резервів, а ворог зменшить інтенсивність обстрілів по всій країні.

Проекти реконструкції енергетичної інфраструктури передбачають не тільки заміну пошкодженого обладнання, а й комплексне перетворення та модернізацію системи. Енергетика майбутнього має бути гнучкою, технологічною, сучасною, з високою ступінню децентралізації. Пріоритетні напрямки – масштабування відновлюваних джерел енергії, розвиток цифрових систем керування, фізичний захист енергооб'єктів від обстрілів на період продовження повномасштабної війни. Недостатньо просто повернути енергетику до довоєнного стану – важливо запустити стратегічне перезавантаження галузі.

Майбутня реконструкція енергетичної галузі України виходить за межі відновлення зруйнованої інфраструктури. Необхідно сформувати нову модель енергосистеми – стійку до воєнних викликів, з достатньо високим рівнем



цифровізації та обов'язковою інтеграцією з європейським ринком. Зміни мають охоплювати модернізацію генеруючих потужностей, мережевої інфраструктури, відновлюваних джерел, вузлових підстанцій та мереж розподілу електричної енергії. Комплексний підхід забезпечить стабільну роботу енергетичної системи в межах країни та на світовому ринку.

Перспективи реконструкції передбачають фізичне відновлення та технологічне оновлення пошкоджених ТЕС, ГЕС, підстанцій, ЛЕП, ВРП – встановлення більш ефективного обладнання, підвищення продуктивності, автоматизацію процесів управління, створення додаткових резервних потужностей. Важливим напрямком є посилення інженерного захисту об'єктів та розміщення критичних вузлів з урахуванням безпекових ризиків. Модернізація об'єктів дозволить зменшити втрати в мережах, підвищити стабільність постачання та скоротити експлуатаційні витрати. Фактично відбудова формує нову технічну базу для довгострокової стійкості енергосистеми. Які кроки допоможуть перейти від аварійного режиму до модернізації енергетичного обладнання:

- капітальний ремонт пошкоджених енергоблоків ТЕС, ТЕЦ, ГЕС;
- модернізація систем захисту та автоматики, перехід на цифрові рішення;
- посилення фізичного захисту об'єктів: будівництво укриттів, сіток, екранів для критично важливого обладнання;
- створення резервних підстанцій та джерел живлення для швидкого відновлення електропостачання у разі пошкоджень;
- заміна зношених та пошкоджених ЛЕП.

Інтеграція з європейськими стандартами ENTSO-E

У 2022 році енергетична система України була інтегрована з європейською мережею ENTSO-E, що дозволило позбутися залежності від країн пострадянського простору. В майбутньому цей напрямок буде зростати та розвиватися – міждержавні мережі будуть підвищувати пропускну здатність, нормативна база нашої країни буде приведена у відповідність до європейських норм. Такі заходи підвищують стабільність системи, відкриває вільний ринок імпорту та експорту електроенергії, робить такий ринок прозорим. Згодом це стане однією з причин підвищення інвестиційної привабливості української енергетичної галузі. З чого формуються механізми інтеграції:

- синхронізація нормативної бази;
- модернізація систем диспетчеризації;
- розширення існуючих та будівництво нових міждержавних мереж;
- впровадження європейських стандартів кібербезпеки;
- адаптація тарифних планів під сучасні реалії.



Використання відновлюваної енергетики – це можливість відбудови економіки. Відновлювані джерела енергії є не лише дешевими й екологічними, а й дозволяють забезпечити енергетичну незалежність [2].

Дослідження швейцарської компанії Lazard показують, що вартість електроенергії з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) постійно зменшується, а від традиційної генерації — зростає. Для сонячних та вітрових електростанцій промислового масштабу вона вже є суттєво дешевшою за електроенергію від традиційної генерації. Причому, з кожним роком ця різниця на користь ВДЕ тільки зростає.

Відновлювані джерела енергії не можуть стати повною заміною іншим видам генерації, але це потужний резерв на випадок руйнувань, аварій, пікових навантажень. Щоб знизити навантаження на централізовані вузли та створити умови для безпечного функціонування енергосистеми, необхідно знайти можливості більш рівномірного розподілу сонячних та вітрових електростанцій по території України. Зелена енергетика здатна накопичувати електроенергію, завдяки чому вдається частково компенсувати нестабільну генерацію. Конкретні кроки:

- оновлення державної стратегії розвитку відновлюваних джерел енергії;
- запуск державних програм для підтримки зеленої енергетики;
- спрощення бюрократичних процедур для швидкого запуску нових об'єктів;
- будівництво сонячних та вітрових електростанцій у відносно безпечних регіонах;
- підтримка розвитку приватних дахових СЕС для енергонезалежності населення та бізнесу;
- залучення міжнародних інвестицій і грантів на розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ);
- розвиток вітчизняного виробництва компонентів сонячних та вітрових електростанцій, металоконструкцій для СЕС та ВЕС.

Висновки. Розглянуто та проаналізовано перспективи модернізації енергетичної галузі України. Модернізація енергетичного обладнання включає: капітальний ремонт пошкоджених енергоблоків теплових та гідроелектростанцій, побудову резервних підстанцій та джерел живлення, заміна зношених та пошкоджених ліній електропередачі. Найбільші перспективи в суттєвому підйомі енергетичної галузі України в післявоєнний час є використання відновлюваної енергетики. Відновлювані джерела енергії є найбільш дешеві й екологічні і являються низьковуглецевими джерелами енергії.



ЛІТЕРАТУРА

1. <https://gmt.net.ua/novini/rekonstruktsiia-ta-vidbudova-ukrainskoi-enerhetyky>.
2. <https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/03/more-than-40-countries-agree-to-phase-out-coal-fired-power>.

УДК 656.072

П.В. ЛУБ'ЯНИЙ,

к.т.н., доцент,

завідувач кафедри транспортних систем і технічного сервісу

ХНТУ, м. Херсон.

О.А. СУСОРОВА,

старший викладач кафедри транспортних систем і технічного сервісу

ХНТУ, м. Херсон.

І.О. КУЗЬМЕНКО,

аспірант кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки

ХНТУ, м. Херсон.

ЕВОЛЮЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У М. ХЕРСОН

У період війни потрібно посилити увагу до транспортної інфраструктури, оскільки розвиток останньої є однією із передумов стійкого розвитку національної економіки загалом. Недарма транспортна інфраструктура розглядається як один із найважливіших чинників формування національної економіки та забезпечення національної безпеки майже за всіма її складовими.

Особливе місце в загальній структурі займає масовий міський пасажирський транспорт (МПТ). Життя міста Херсон неможливо уявити без розвинутої системи МПТ, рівень розвитку і ефективність роботи якої багато в чому визначає умови життя людей і впливає на ефективність їх роботи на виробництві. В силу цього місто Херсон з його планувальною структурою, транспортною мережею, сферою суспільного виробництва і населення повинен розглядатися як єдина система.

Функціонування транспортної системи — одна з основних складових життя міста, оскільки стосується більшої частини його жителів. Особливо це стосується роботою транспорту в умовах прифронтової зони. Згідно рішення виконавчого комітету Херсонської міської ради станом на 2016 рік маршрутів в пасажирській мережі у місті було 66, з них 51 автобусних та 15 тролейбусних (рис 1).



Однією з найпоширеніших проблем, що знижують ефективність роботи пасажирської транспортної мережі є дублювання маршрутів. У зв'язку з цим виникла необхідність у розробці та застосуванні науково обґрунтованих методів оцінки та оптимізації маршрутних мереж, спрямованих на зниження дублюваності маршрутів та підвищення ефективності використання пасажирських транспортних засобів.

	Маршрут, що дублює																																																		
	/	1	2	3	3A	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	16	17	18	20	21C	22	22C	24	25	26	27	28	29	30	33K	34	35	38	41	42	43	47	48	49	50	51	51C									
Маршрут, що дублюється	1	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	92	-	-	-	-	-	-	39	44	-	-	-	43	35	-	-	-	-	-	53	-	-	-	21	-	-									
	2	-	-	66	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
	3	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	3A	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	59	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-										
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	58	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-	56	-	-	-	-	-									
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-	-										
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	55	-	-									
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	-	-	55	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
	12	-	31	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-								
	15	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	44	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	16	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-									
	17	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-	-	-	-	-	-									
	18	-	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	36	-	44	54	-	-	-									
	20	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	21C	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	92	-	-	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	22	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	41	-	-	-	45	-	-									
	22C	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	39	-	-	-	42	-	-									
	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	27	-	-	-	-	-	34	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	28	-	81	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	39	-	-	-	-	-	59	-	-	44	42	-	-	-	-	-								
	29	-	-	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	47	-	-	-	73	-	-								
	33K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	34	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	44	-	-	-	-							
	35	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	38	-	-	-	-	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	48	-	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-	-							
	41	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
42	-	-	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
43	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-									
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-								
48	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-								
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-								
50	-	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-	57	-	-	-	-	-	-	-	-								
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	45	-	45	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-								
51C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	45	-	45	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-							

Рис. 1. Ступінь дублювання автобусних маршрутів, згідно рішення виконавчого комітету Херсонської міської ради станом на 2016 рік, %

Для вирішення проблеми дублювання маршрутів транспорту загального користування співробітниками і студентами кафедри Транспортних систем і технічного сервісу ХНТУ була виконана госпдоговорна робота на замовлення Херсонської міської ради, по її результатам було запропоновано розробка нової маршрутної мережі, при якій транспортна робота по перевезенню мешканців залишалась незмінною, а кількість транспортних засобів зменшилась, відповідно зменшились експлуатаційні витрати на перевезення.

Запропонована модель представлено на рис. 2.



III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СИНЕРГІЯ НАУКИ І БІЗНЕСУ 2026

Маршрут, що дублює																																																			
/	1	2	3	3A	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	16	17	18	20	21C	22	22C	24	25	26	27	28	29	30	33K	34	35	38	41	42	43	47	48	49	50	51	51C										
1	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	92	-	-	-	-	-	-	39	44	-	-	-	43	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-									
2	-	-	66	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
3	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
3A	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
4	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	59	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-									
5	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	58	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-	56	-	-	-	-	-	-	-									
6	-	-	-	-	-	-	-	-	67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-	-									
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	40	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	-	-										
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
12	-	31	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-									
15	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	44	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
16	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-									
17	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-	-	-	-	-	-	-	-									
18	-	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	36	-	44	54	-	-	-	-										
20	-	-	71	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
21C	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	92	-	-	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
22	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	41	-	-	-	45	-	-	-	-									
22C	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	39	-	-	-	-	42	-	-	-	-									
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
27	-	-	-	-	34	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	-	-	44	42	-	-	-	-	-										
28	-	81	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
29	-	-	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73	-	-										
33K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
34	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	31	-	-	-	44	-	-	-	-									
35	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
38	-	-	-	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	48	-	-	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-	-								
41	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
42	-	-	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
43	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-										
48	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	41	-	-	-	-	-	-	44	-	-	38	-	-	-	-									
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-									
50	-	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-									
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	45	-	45	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-									
51C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	45	-	45	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-								

Рис. 2 Ступінь дублювання запропонованих автобусних маршрутів в м. Херсон, %

На початок війни (лютий 2024 р.) використовувалось 45 маршрутів, з них 38 автобусних та 7 тролейбусних.

При цьому пасажирів перевозить 2 комунальних підприємства, а також 4 перевізників різної організаційно-правової форми. Загальна кількість транспортних засобів, які щодня виходять на лінію становила до 70, серед яких 56 -60 автобусів, 11-15 тролейбусів та 97 трамваїв 1 .

Головні проблеми з транспортними потоками в тому, що ними цікавляться, коли вони починають зупинятись, і корупція. Що ефективніше для суспільства - змінити політику будування і реконструкції, чи закуповувати ешелони нафтопродуктів, транспортних засобів, ліків для постраждалих в ДТП і від забруднення.

За роки війни, після окупації в місті сформувалась абсолютно нова транспортна мережа. З затвердженої маршрутної мережі випали райони, які практично перестали існувати, або залишилися без мешканців (Східний, Кіндійка, Антонівка, Карантинний острів, а також вся прибережна зона).



На сьогодні транспортна мережа прийняла такий від (рис. 3)

Маршрут, що дублюється	Маршрут, що дублює															
	/	2	3	4	5	6	7	10	14	16	17	20	33	38	47	48
	2	-	66		61	15	20		10	15	10	15		15	15	15
	3	66	-	20	20			36		36	15	36		36	15	15
	4		20	-	20	20		15	20	20	20	25		25	20	
	5	61	20	20	-	25			50	20	59	20				14
	6	15		20	25	-	15	40	40	35		35				
	7	20			20	15	-						30			
	10		36	15		40		-		55		55		45		
	14	10	-	20	50	40			-	62			40			
	16	15	36	20	20	35		55	43	-		82				
	17	15		20	59						-		35			
	20	15	15	25	20	35	55			84		-				
	33						30		40		35		-			
	38	15	36	25				45				40		-		
	47	15	15	20											-	
	48	15	15		14											-

Рис. 3 Ступінь дублювання автобусних маршрутів в м. Херсон, які утворилися в роки війни, %

Попри наявність чисельних науково-практичних розробок, можна говорити про недостатню увагу до проблем забезпечення економіки України у сфері транспорту, у тому числі в частині розвитку транспортної інфраструктури.

Законодавчі й інші нормативні правові акти, що регулюють діяльність транспорту розрізнені, суперечливі і, у низці випадків, уже не віддзеркалюють сучасну реальність.

Пропонуємо відновлювати транспортну мережу одразу з урахуванням рекомендацій і пропозицій. Які надавалися до початку війни.

Провести аналіз ситуації, коли транспортна мережа створилась самостійно, без наукових розробок і адміністративного втручання і при цьому непогано виконує свої функції по забезпеченню мешканців міста Херсон транспортними послугами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про науково-дослідну роботу «Обстеження пасажиропотоків на міських автобусних та тролейбусних маршрутах загального користування в м. Херсон»; ХНТУ договір від 23.07.2021 р. № 148 - 2021 - 51 с.
2. В. Д. Макаренко, П. В. Луб'яний, О. А. Войтович. Якість пасажирських транспортних послуг на основі нефінансових показників. ВІСНИК ХНТУ № 1(84), 2023 р. С. 48 – 55.
3. Луб'яний П.В. Войтович О.А., Кузьменко І.О. Політика органів місцевої влади щодо управління транспортною інфраструктурою в Херсонській області. Державна політика щодо місцевого самоврядування: стан, проблеми та перспективи: збірник матеріалів в 14-ї всеукраїнської науково-практичної конференції: Хмельницький, 2023. С. 70-72.

УДК 658.14:355

Юрій МЕШКОВ

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

Транспортна інфраструктура – це сукупність усіх транспортних шляхів, транспортних пунктів усіх видів транспорту та допоміжного обладнання спрямованого на безпосереднє обслуговування шляхів і транспортних пунктів [1]. Транспортний комплекс України є одним з найбільших галузей економіки, кожна сфера діяльності потребує транспортного забезпечення, а економічний розвиток країни пришвидшує необхідність появи нових об'єктів транспортної інфраструктури. Якщо транспортна інфраструктура слабо розвинена, вона знижує активність процесів в організації та виконання логістики, що зменшує результативність економічних показників. Однак після військових подій на Україні, коли зруйнована велика кількість цивільних, промислових підприємств, мостів, готелів, шкіл, лікарень, унікальних історичних будівель, магазинів, торгівельних центрів, театрів, кінотеатрів, підприємств транспорту, необхідно повне відновлення країни, промислової, цивільної, приватної та транспортної інфраструктури. Для розбудови та відновлення всієї транспортної системи та інфраструктури країни, повинен бути інноваційний підхід.



Україна має дуже потужний транзитний потенціал, через своє дуже вигідне географічне розташування. Але через недостатній рівень державних та приватних інвестицій, транспортна інфраструктура й досі перебуває на рівні задоволення базових потреб економіки. До того ж головне, останні дослідження загального стану транспортної інфраструктури показали, що показники якості та сервісу, ефективності перевезень, енергоефективності, рівень безпеки, вплив на довкілля, не відповідають сучасним вимогам [2].

Раніше розроблена транспортна стратегія Drive Ukraine 2030, повинна була перетворити Україну на розвинену, високотехнологічну та інноваційну країну завдяки розвитку сфери транспорту та інфраструктури, застосування новітніх технологій, за допомогою цифрової інфраструктури, безпеки на транспорті, транспортних коридорів та приєднання до єдиної транспортної та інфраструктурної мережі з Євросоюзом [3].

Але спочатку тривалі карантинні заходи під час пандемії, потім війна внесли свої корективи в реалізацію цих планів та заходів.

Була зроблена швидка оцінка збитків та потреб RDNA3, яка охоплює збитки, заподіяні з моменту повномасштабного вторгнення РФ на територію України. Відповідно до звіту, прямі збитки в Україні на разі сягають майже 486 млрд доларів, причому найбільш постраждалими секторами визначені житло, транспорт, торгівля та промисловість, енергетика та сільське господарство, найбільш постраждалими регіонами були визнані Донецька, Харківська, Луганська, Запорізька, Херсонська та Київська області.

Ключовими сферами відновлення є: житло та комунальні послуги транспорт і логістика, енергетика, соціальна інфраструктура, промисловість та сфера послуг.

Але в епоху цифрової економіки, нас вже не влаштовує просто відновлення зруйнованого, відбудована транспортна інфраструктура вона потребує сучасного інноваційного рівня. За висновками експертів, до війни якісної транспортної та складської інфраструктури катастрофічно не вистачало, особливо складських об'єктів класу "А" (з високим ступенем цифровізації, автоматизованою роботою всіх систем, контролем температури і вологості, з висотою стелі не менше 10 метрів і достатньою кількістю докових воріт).

Індустріальні парки розглядають як основу для промислового відновлення держави. Промислові парки як бізнесмодель мають величезний потенціал. Найбільш перспективні регіони для розвитку нових промислових парків і логістичних комплексів — Київ, Київщина, Львів та Львівська область та Одеса, яка до 2030 року стане "дверима" для торгівлі з Європою і центром логістичної системи України [4].

Час все змінює, необхідність радикально перетворювати свої плани, мислення, рішення, це також стосується повоєнної відбудови України,



оновлення роботи всієї транспортної системи країни, яка підходить для майбутнього та краще відповідає потребам сучасних людей.

Транспортний сектор з'єднує різні міста, міські та сільські райони, ринки, виробничі майданчики і експортні порти. Для відновлення транспортної інфраструктури у короткостроковій перспективі необхідно розробити критерії пріоритетного фінансування та проведення відновлювальних робіт (будівництво, реконструкція, капітальний і поточний ремонт). Оскільки на перших етапах відновити інфраструктурні об'єкти в цілому видається проблематичним, першочергово має фінансуватись відновлення елементів, які безпосередньо впливають на мобільність та безпеку.

Тому, післявоєнний план відновлення України має враховувати екологічні вимоги євроінтеграції, особливо у сфері транспорту, тому що транспортний сектор один із найбільших джерел забруднення та викидів парникових газів. Значна частина транспортних засобів, що експлуатуються в Україні, є застарілими, не ефективними, що дуже негативно впливає на навколишнє середовище та здоров'я громадян. Питання шумового забруднення міст від транспорту також є однією з серйозних проблем, поруч із забрудненням атмосферного повітря.

Міський транспорт країни дуже важливий сектор, більша половина всього населення світу живе в містах, а до 2030 року міське населення може становити 2/3 світового. Міста набувають все більшого значення, а міський транспорт стає все більш актуальним і вимагає впровадження комплексної транспортної політики. В Україні вже є розгалужена система місцевого громадського транспорту, яку необхідно змінювати, розширювати та покращувати її якість, щоб створити кращий екологічний стан міст. Дуже зросла кількість приватних автомобілів та збільшився пасажиропотік автотранспортом, що призвело до збільшення викидів в атмосферу [5].

Маючи такий високий обсяг викидів на дорогах та рівень заторів в містах України, слід розглянути систему "плати за затори". Щоб вирішити це питання, дана система може бути впроваджена в українських містах з населенням понад 500 тис осіб (Київ, Харків, Одеса, Дніпро, Запоріжжя, Львів, Кривий Ріг). Разом ці міста мають 8,8 млн жителів, що становить майже чверть кількості населення України.

Щоб система "плата за затори" працювала як ефективне рішення транспортних проблем, а не проблемою для населення, жителям міст мають паралельно бути запропоновані альтернативні види якісного громадського транспорту, які надають сучасні комфортабельні послуги по перевезенню.

Витрати на впровадження такої системи в різних містах будуть відрізнятися, тому прогнозувати їх складно, але світовий досвід показав, що "плати за затори" в довгостроковій перспективі є вигідним муніципальним

рішенням, яке окупається протягом кількох років після впровадження. Ця система одночасно сприятиме скороченню трафіку, і водночас буде джерелом надходження коштів до місцевого бюджету для покращення роботи громадського транспорту.

Серед пріоритетних сфер для України у рамках ЄЗК (Європейський зелений курс) розглядається екологізація транспорту. Це, окрім іншого, передбачає: скорочення викидів парникових газів у секторі на 90%, збільшення частки сталих видів транспорту, більш жорсткі стандарти викидів забруднюючих речовин для транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння, розвиток інфраструктури для електромобілів. Використання більш екологічно чистих видів транспорту матиме наслідком покращення якості повітря і одночасно забезпечуватиме потребу населення у мобільності [5].

Тобто наші майбутні міста, які ми плануємо відновити після війни, повинні мати інші технології, по перше це напрямок на розвиток екологічних видів транспорту та створення розвитку нових технологій громадського транспорту та організації самого міста. Зараз є можливість створити "Розумні міста", тобто технології Smart City щоб користуватися найсучаснішими технологіями для покращення якості життя. Це стосується всіх сфер — побуту, роботи, користування муніципальними об'єктами та транспортом, отримання послуг і сервісів від державних установ, головне це безпечне місто, яке вже буде більш екологічним, що буде мати спектр нових розумних технологій [6].

Транспортна інфраструктура потребує сучасного інноваційного рівня та комплексного підходу до відновлення, враховуючі велику кількість аспектів: побудову високотехнологічної та інноваційної сфери транспорту та цифрової інфраструктури. Запропоновано використання технології Smart City щоб населення могло користуватися найсучаснішими технологіями для покращення якості життя, що зменшить кількість заторів у містах, принесе збільшення доходів міста від паркувального сервісу, зниження забруднення повітря, впровадження інтелектуальної платіжної інфраструктури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григорак: М. Ю. Логістична інфраструктура: навч. посібник / М.Ю. Григорак, Л. В. Костюченко, О.Є. Соколова. Київ.: Логос, 2013. 400 с.
2. Розвиток транспортної інфраструктури України вимагає нових підходів URL: [https:// www.epravda.com.ua/columns/2022/01/28/ 681863/](https://www.epravda.com.ua/columns/2022/01/28/681863/).
3. Постанова Кабінету Міністрів України "Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025—2027 роках" № 1550 від 27 грудня 2024 р.

4. Шевчук Н. Світовий досвід розвитку індустриальних парків та їхні переваги для розвитку економіки України. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2021. No 4(28). С. 68–74. URL: <http://ppeu.stu.cn.ua/article/view/262444/258872>.

5. Линник І.Е., Лежнева О.І., Дорожко Є.В. та ін. Екологічні аспекти автотранспортного комплексу: монографія. Харків: Видавництво “Смугаста типографія”, 2020. 194 с

6. Маркевич К., Сіденко В. SMART-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. Київ: Заповіт, 2021. 400 с

УДК 656.025.2

В.М. МОСЬПАН

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу,
Херсонський національний технічний університет,
м. Херсон – м. Хмельницький, Україна*

Є.І. ГУРБІН

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет,
м. Херсон – м. Хмельницький, Україна*

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ АЛЬЯНСІВ У СИСТЕМІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА УМОВ РИНКОВОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

Припустимо, що в зоні діяльності транспортного альянсу (ТА) існує S зупиночних пунктів, $O=(o_1, o_2, o_3, \dots, o_S)$, на яких функціонує n маршрутів міського пасажирського транспорту (МПТ) загального користування, $K=(k_1, k_2, k_3, \dots, k_n)$.

З урахуванням вищевказаного формалізуємо матрицю закріплення маршрутів за зупиночними пунктами Ω , елементи якої $w_{ko}=1$, якщо k -й маршрут включає o -й зупиночний пункт, або 0 у протилежному випадку.

Нехай вектор G – це кількість пасажирів, які прибувають на зупиночні пункти в зоні обслуговування ТА протягом досліджуваного періоду часу.

$$G=\{g_1, g_2, g_3, \dots, g_S\}, \quad (1)$$

де g – кількість пасажирів, що прибувають на зупиночний пункт у зоні дії ТА протягом досліджуваного періоду часу.



Якщо елемент матриці Ω $\omega_{ko}=1$, то k -й маршрут обслуговує o -й зупиночний пункт. У випадку, коли зупиночний пункт входить до складу кількох маршрутів, пасажирів можуть розподілятися між ними.

Задамо матрицю Δ , елементи якої δ_{ko} визначають частку, яку займає k -й маршрут при обслуговуванні o -го зупиночного пункту. Очевидно, що коли $\delta_{ko}=0$ при $\omega_{ko}=0$, і $\delta_{ko} \in [0;1]$ при $\omega_{ko}=1$.

Тоді значення пасажиропотоку за маршрутами, вектор Q , визначається так:

$$Q = \Delta \cdot G. \quad (2)$$

Значення пасажиропотоку на k -му маршруті складе

$$q_k = \sum_{i=1}^s \delta_{ki} \cdot g_k, \quad (3)$$

де q_k – значення пасажиропотоку на k -му маршруті;

i – кількість зупиночних пунктів, що входять до складу k -го маршруту;

g_k – кількість пасажирів, що прибувають на зупиночні пункти в зоні обслуговування ТА на k -му маршруті.

Під час формування парку рухомого складу (ПРС) ТА вибір здійснюється виходячи з пасажиропотоків на маршрутах у зоні обслуговування, часу оборотного рейсу на маршруті, пасажиромісткості транспортних засобів і динамічного коефіцієнта використання місткості [1,2].

Виходячи з (3), визначається необхідна кількість транспортних засобів у складі ТА:

$$A_{ТА} = \sum_{k=1}^n q_k \cdot \mu \cdot t_{обк} / \sum_{k=1}^n q_{нк} \cdot \gamma_{дк}, \quad (4)$$

де μ – ступінь вподобання пасажирів транспортного засобу на маршруті;

$t_{обк}$ – час оборотного рейсу транспортного засобу на k -му маршруті;

$q_{нк}$ – номінальна пасажиромісткість транспортного засобу на k -му маршруті;

$\gamma_{дк}$ – динамічний коефіцієнт використання місткості транспортного засобу на маршруті k .

З (4) виокремимо необхідну кількість транспортних засобів для роботи на k -му маршруті:

$$A_k = q_k \cdot \mu \cdot t_{обк} / q_{нк} \cdot \gamma_{дк}. \quad (5)$$

Однією з ключових особливостей функціонування ТА на конкурентних ринках міських пасажирських перевезень є узгодження економічних інтересів учасників альянсу і громадськості, диференційованих за рівнями споживчих переваг, що зумовлює зважений підхід до формування тарифів на користування послугами ТА.

Виходячи з робіт [2,3], єдиний тариф ТА має перебувати в діапазоні:

$$T_{ел.тр.} \leq T_{ТА} \leq T_{авт.}, \quad (6)$$

де $T_{ел.тр.}$ – тариф на перевезення пасажирів на маршрутах електротранспорту;

$T_{ТА}$ – єдиний тариф ТА;

$T_{авт.}$ – тариф на перевезення пасажирів на автобусних маршрутах.

Таким чином, верхня межа тарифу $T^{BM}_{ТА}$ складе:

$$T^{BM}_{ТА} = T_{авт.} \quad (7)$$

Нижня межа тарифу $T^{HM}_{ТА}$:

$$T^{HM}_{ТА} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K B_{jk}, \quad (8)$$

де B_{jk} – витрати на експлуатацію j -го виду транспортного засобу на k -му маршруті.

Із урахуванням вищевказаного розрахунковий тариф ТА становитиме:

$$T^{роз}_{ТА} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K B_{jk} \cdot \Omega_{jk}(1+НП) + \beta \cdot \Delta\Pi, \quad (9)$$

де $НП$ – норма прибутку;

Ω_{jk} – функція привабливості j -го виду транспортного засобу на k -му маршруті;

β – коефіцієнт еластичності;

$\Delta\Pi$ – додатковий прибуток від впровадження тарифної політики.

Таким чином, єдиний тариф ТА може визначатися наступним чином:

$$T_{ОП} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K B_{jk} \cdot \Omega_{jk} \cdot (1+НП) + \beta \cdot \left\{ (C_{1год} + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K B_{jk} \cdot \Omega_{jk}) \cdot \alpha^{t_{ЖЦП}^{БАЗ}} - (C_{1год} + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K B_{jk} \cdot \Omega_{jk}) \cdot \alpha^{t_{ЖЦП}} \right\}, \quad (10)$$

де $C_{1год}$ – вартісна оцінка однієї пасажиро-години;

α – коефіцієнт компаундингу;

$t_{ЖЦП}^{БАЗ}$ – час життєвого циклу послуги при базовому варіанті;

$t_{ЖЦП}^{ОП}$ – час життєвого циклу послуги ТА.

Запропонована методика визначення єдиного тарифу ТА показує, що при здійсненні безпересадкової поїздки на електротранспорті споживачу транспортної послуги не вигідно користуватися послугами ТА. У разі використання хоча б однієї пересадки спостерігається економія коштів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mobilitätsreport 2024/2025 – Zukunft Nahverkehr // Zukunft Nahverkehr. – Берлін, 2025. – 84 с.
2. Nahverkehrsplan Verkehrsverbund Rhein-Ruhr 2025 // Verkehrsverbund Rhein-Ruhr. – Гельзенкірхен, 2025. – 312 с.

3. InterkommunalMobil – Nachhaltige Mobilität in ländlichen Regionen : звіт // Umweltbundesamt. – Дессау-Росслау, 2025. – 168 с. – (Texte / Umweltbundesamt ; № 92/2025).

УДК 621.9.04:533.9:621.791.947.55

Василь НЕЧАЄВ,

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технології машинобудування, Криворізький національний
університет, м. Кривий Ріг*

Антон РЯЗАНЦЕВ,

*кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри технології машинобудування,
Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТА ПРИ ПЛАЗМОВО-МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ

У сучасному машинобудуванні значна увага приділяється підвищенню ефективності обробки деталей, виготовлених із важкооброблюваних матеріалів, зокрема високоміцних сталей і сплавів. Разом з тим їх обробка супроводжується значними труднощами через високу твердість, низьку теплопровідність і схильність до наклепу. Традиційні методи механічної обробки не завжди забезпечують необхідну продуктивність і економічність процесу, що зумовлює необхідність пошуку нових технологічних рішень. Одним із перспективних напрямів удосконалення технологічних процесів є застосування плазмово-механічної обробки, яка дозволяє підвищити продуктивність різання та забезпечити необхідну якість поверхні деталей [1,3]. Важливим фактором ефективності цього процесу є стійкість різального інструмента, яка безпосередньо впливає на економічність та надійність виробництва.

Проблема підвищення стійкості інструмента при обробці важкооброблюваних матеріалів розглядалася у працях багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників. Встановлено, що основними факторами, які впливають на зношування інструмента, є температура в зоні різання, контактні напруження та характер формування стружки [2,3].

Дослідження в галузі термомеханічної обробки показали, що попередній нагрів матеріалу дозволяє зменшити його міцність і підвищити пластичність, що сприяє зниженню сил різання. У роботах, присвячених плазмовому нагріванню, доведено ефективність використання високотемпературних джерел

тепла для локального впливу на заготовку без суттєвого перегріву всього об'єму деталі [1-3].

Метою дослідження є визначення та наукове обґрунтування параметрів плазово-механічної обробки поверхонь деталей із високоміцних матеріалів для підвищення продуктивності процесу та забезпечення необхідних показників якості. Особливу увагу приділено аналізу впливу попереднього плазового нагрівання заготовки на умови різання та зношування інструмента.

Результати дослідження отримано шляхом поєднання теоретичних і експериментальних методів. Теоретична частина роботи була спрямована на визначення параметрів теплового поля заготовки під час плазового нагрівання в умовах плазово-механічного точіння. Аналіз температурних режимів дозволив оцінити характер розподілу теплових потоків у зоні різання та їхній вплив на стан матеріалу заготовки. Експериментальні дослідження були спрямовані на комплексне вивчення взаємозв'язку між основними параметрами різання та умовами попереднього плазового нагрівання.

У процесі різання руйнування різальної кромки та інтенсивність зношування інструмента значною мірою визначаються рівнем механічних навантажень і температур, що виникають у зоні контакту інструмента з матеріалом. Попередній плазовий нагрів заготовки сприяє зниженню міцності поверхневого шару матеріалу, що призводить до зменшення сил різання та механічного навантаження на інструмент. У результаті зменшується інтенсивність його зношування, підвищується стійкість і стабільність роботи інструмента.

Дослідження показали, що використання плазового нагрівання перед механічною обробкою дозволяє змінити характер розподілу силових і теплових навантажень у зоні різання. Це позитивно впливає на умови формування стружки, зменшує ризик передчасного руйнування різальної кромки та забезпечує більш стабільний технологічний процес. Крім того, зниження опору різанню сприяє підвищенню продуктивності обробки та покращенню якості обробленої поверхні. Аналіз результатів теоретичних розрахунків і експериментальних даних дає змогу зробити такі висновки.

Під час різання важкооброблюваних матеріалів попередній плазовий нагрів заготовки у два-три рази знижує рівень максимальних і середніх навантажень, що діють на лезо інструмента.

Зумовлене плазовим нагрівом зниження максимальних і середніх нормальних контактних навантажень дає змогу запобігти викришуванню різальної кромки твердосплавного інструмента та втраті пластичної міцності леза, забезпечуючи зменшення інтенсивності збільшення радіуса її заокруглення. Інтенсивність зношування інструмента значно знижується, що

забезпечує підвищення його стійкості та стабільності роботи. Покращуються умови формування стружки та якість обробленої поверхні.

Отримані результати підтверджують доцільність використання плазмово-механічної обробки при виготовленні деталей із високоміцних матеріалів. Оптимізація параметрів плазмового нагрівання та режимів різання дозволяє підвищити стійкість інструмента, зменшити енергетичні витрати процесу та забезпечити необхідні показники точності та якості поверхні. Таким чином, плазмово-механічні технології є перспективним напрямом розвитку сучасного машинобудування, що забезпечує підвищення конкурентоспроможності виробництва за рахунок зниження витрат та покращення якості продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kim D., Lee S., Kim J. Plasma assisted machining of difficult-to-cut materials // *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. – 2018.
2. Liu Z. et al. Plasma assisted machining: a review // *Frontiers of Mechanical Engineering*. – 2023.
3. Нечаєв В.П., Рязанцев А.О., Реброва С.В., Лавриненко Д.О. Дослідження впливу технологічних факторів на стійкість ріжучого інструменту при плазмово-механічній обробці // *Вісник Криворізького національного університету*. – 2021. – Вип. 52. – С. 39–44. <https://doi.org/10.31721/2306-5451-2021-1-52-39-44>

УДК 656.5:656.63

А.В. ПЕТРОВСЬКИЙ,

к.т.н., доцент,

Херсонська державна морська академія, м. Одеса, Україна

Е.С. АППАЗОВ,

к.т.н., доцент,

Херсонська державна морська академія, м. Одеса, Україна

МОДЕЛЬ ECDIS USABILITY INDEX (EUI) ДЛЯ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЗРУЧНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ECDIS

Вступ. Сучасні комерційні перевезення важко уявити без морських перевезень, які складають до 90% всіх перевезень. Однак, незважаючи на високий ступень залежності всієї світової економіки від морських перевезень (випадок із затримкою судна EVERGIVEN показав наскільки всі: і країни-



виробники, і країни-імпортери пов'язані), та, намагання розширювати використання систем e-navigation, експлуатація таких систем, як ECDIS, має реальні проблеми:

- відсутність стандартизації графічного інтерфейсу (дійсно, ІМО при сертифікації ECDIS надає вимоги щодо відображення деякого функціоналу на головному екрані, але це виключення, а не правило для всіх інших функцій, це ж стосується і алгоритмів їх реалізацій). Наслідком є різноманітність графічних інтерфейсів та алгоритмів реалізації функціоналу ECDIS.

- Когнітивне перевантаження. Сучасні ECDIS мають надлишок функцій, прикладом може бути Navi Sailor 4000 (Wärtsilä).

- Політика повідомлень ECDIS. Занадто багато повідомлень, і, незважаючи на останню класифікацію, деякі судна продовжують використовувати ECDIS, що її не підтримують.

- Проблема переносу знань офіцером при зміні судна. Часто бувають випадки перенавчання на інший ECDIS саме завдяки вищезначеним проблемам. Це прямо підтверджується практикою та дослідженнями порівнянь ECDIS.

Аналіз досліджень. Сучасні дослідження ECDIS дедалі більше зосереджуються не на функціональних можливостях систем, а на особливостях їх використання оператором. Це зумовлено тим, що базові функції ECDIS стандартизовані, тоді як ефективність їх застосування визначається якістю інтерфейсу та зручністю взаємодії. У роботі [1] usability розглядається через показники часу виконання задач і кількості операцій, що дозволяє оцінити ефективність інтерфейсу. У [2] цей підхід розширено за рахунок врахування когнітивного навантаження та сприйняття інформації користувачем. Дослідження [3] демонструє, що структура інтерфейсу впливає на розподіл уваги оператора, що може ускладнювати роботу з критичною інформацією. Порівняльний аналіз у [4] показує, що ECDIS різних виробників суттєво відрізняються за реалізацією функцій та логікою інтерфейсу, незважаючи на єдині нормативні вимоги. У роботі [5] зазначається, що спроби стандартизації (S-mode) поки не забезпечили повної уніфікації. Практичний аспект використання систем розглянуто у [6], де встановлено, що більшість проблем пов'язана з особливостями експлуатації, зокрема складністю налаштування та надлишковими попередженнями. Узагальнюючи, у [7] підкреслюється, що ефективність ECDIS значною мірою залежить від урахування людського фактору при проєктуванні інтерфейсу.

Постановка задачі. Аналіз сучасних досліджень показує, що ключові проблеми використання ECDIS пов'язані з особливостями взаємодії людини з системою, а не з її функціональними можливостями. Незважаючи на значну кількість робіт, відсутня універсальна методика інтегральної оцінки, що



враховує як технічні, так і когнітивні аспекти. Отримані результати створюють підґрунтя для розробки математичної моделі інтегрального показника, в якому вагові коефіцієнти визначаються з урахуванням впливу відповідних факторів на безпеку судноводіння.

Основна частина. Ключовим елементом інтегральної оцінки є визначення вагових коефіцієнтів критеріїв. На основі аналізу [1–7] можна виділити три основні підходи.

1. Емпіричний підхід (на основі метрик ефективності). У роботах [1], [2] основна увага приділяється таким показникам, як: час виконання задачі; кількість операцій та кількість помилок. Фактично ваги визначаються неявно через значущість показників у експерименті. Проте цей підхід має обмеження: не враховує наслідки помилок і не відображає реальний ризик.

2 Когнітивно-орієнтований підхід. Дослідження [2], [3], [7] показують, що важливу роль відіграють: когнітивне навантаження, розподіл уваги і складність інтерфейсу. У цьому випадку ваги повинні враховувати: вплив на сприйняття інформації і ймовірність втрати ситуаційної обізнаності. Недоліком є складність кількісної оцінки цих параметрів.

3 Ризик-орієнтований підхід. На основі [6] можна зробити ключовий висновок: ваги критеріїв повинні визначатися через їх вплив на ризик навігаційної аварії.

У цьому контексті: помилки оператора мають високі наслідки → найбільша вага; час виконання задач впливає на ймовірність помилки і кількість дій має опосередкований вплив, також навчання впливає на довгострокову надійність.

З урахуванням аналізу [1–7] доцільно використовувати комбінований підхід:

- пріоритет безпеки (на основі [6]) - показник помилок має максимальну вагу;
- вплив на ефективність (на основі [1]) - час виконання задач має середню вагу;
- когнітивний вплив (на основі [2], [3]) - складність навчання та інтерфейсу має помірну вагу;
- ергономічні фактори - кількість операцій має мінімальну вагу.

ECDIS інтегрує всі навігаційні дані в одну систему і є центром e-navigation.

Пропонується модель ECDIS Usability Index (EUI) для кількісної оцінки usability ECDIS.

$$EUI = w_1 T_{task} + w_2 N_{clicks} + w_3 E_{errors} + w_4 L_{learninll}$$

1)

де:

T_{task} - час виконання задачі;

N_{clicks} - кількість дій;

E_{errors} - кількість помилок;

$L_{learning}$ - час навчання;

w_i - вага відповідного i -го фактору.

Рекомендований первісний діапазон значень ваг:

$$w_1 \in [0.2; 0.3]; \quad w_2 \in [0.05; 0.15]; \quad w_3 \in [0.4; 0.5]; \quad w_4 \in [0.15; 0.25]$$

Вагові коефіцієнти критеріїв визначені з урахуванням їх впливу на безпеку судноводіння. Найбільшу вагу надано показнику помилок оператора, оскільки він безпосередньо впливає на ризик навігаційної аварії. Меншу вагу мають показники ергономіки інтерфейсу, такі як кількість операцій, що виконуються, оскільки їх вплив є опосередкованим.

При вказаному розподілі значень суми нижніх меж не дорівнюють 1, так само, як і сума верхніх. Для коректного отримання значень, потрібно проводити процедуру нормування вже після вибору конкретних значень з діапазону:

$$w_i^{norm} = \frac{w_i}{\sum_1^4 w_i} \quad 2)$$

Після нормування сума ваг конкретних значень буде дорівнювати 1.

Чим вище EUI, тим гірше usability.

Висновки. Обґрунтування вагових коефіцієнтів повинно базуватися на ризик-орієнтованому підході, який враховує вплив кожного параметра на безпеку судноводіння. Запропонований підхід дозволяє сформулювати науково обґрунтовану модель інтегрального показника EUI, що може бути використана для порівняльного аналізу ECDIS різних виробників для подальшого вибору судноплавними компаніями виробника ECDIS.

ЛІТЕРАТУРА

1. Wang, T. H., & Zheng, P. J. (2014). Analysis of usability of ECDIS human-machine interface. *Applied Mechanics and Materials*. V 519-520, p. 1397-1400 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.519-520.1397>.
2. Hao, Y. et al. (2019). Usability evaluation method of ECDIS human-computer interaction. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*. V13, P.84-95 <https://doi.org/10.52820/j.enavi.2019.13.084>
3. Zalewski P., Muczynski B. (April 2016). Extended Framework for Usability Testing in e-Navigation Systems. *TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* V10(1). p.43-48 <https://doi.org/10.12716/1001.10.01.04>
4. Žuškin S., Brčić D., Uroda M., Strabić M. (2023). Evolving ECDIS: Concept Development Through Different Manufacturer Models

Comparison. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 17, No. 1, pp. 227-234
<https://doi.org/doi:10.12716/1001.17.01.25>

5. Vu, V. D., Lützhöft, M., & Imset, M. (2024). Developing human factors design guidelines for marine electronics: the case of S-mode. WMU Journal of Maritime Affairs. Volume 23, pages 25–48
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13437-023-00317-2>

6. Application and usability of ECDIS A MAIB and DMAIB collaborative study on ECDIS use from the perspective of practitioners. (2021). p.94
https://assets.publishing.service.gov.uk/media/612e1535e90e07054107585f/ECDIS_Application_and_Usability.pdf

7. Porathe, T. (2016). Human-centred design in the maritime domain. Design Society. DS 85-1: Proceedings of NordDesign, Volume 1, Trondheim, Norway, 10th - 12th August 2016, p.175-184. <https://www.designsociety.org/download-publication/39295/Human-Centred+Design+in+the+Maritime+Domain>

УДК 656.44.025.2(477.72)

В.О. ПРОЦЕНКО,

д.т.н., професор,

А.П. МІНЮКОВ,

студент групи ІТТ,

*кафедра транспортних систем і технічного сервісу,
Херсонський національний технічний університет*

РЕЗЕРВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРОЛЕЙБУСНОГО СПОЛУЧЕННЯ В МІСТІ ХЕРСОНІ

Тролейбусна мережа м. Херсона, що розбудовувалась з 1960 року, найбільшого розквіту зазнала в середині 1980-х років, коли налічувалось 15 маршрутів (рис. 1), з яких на лютий 2022 року працювало 7, які фактично залишились у спадок від СРСР, пов'язуючи житлові масиви із тогочасними крупними підприємствами, не відповідаючи напрямкам найбільших пасажиропотоків у ХХІ столітті. Однак, існуюча мережа може дати можливість відновити непрацюючі маршрути чи створювати нові згідно вимог поточного моменту.

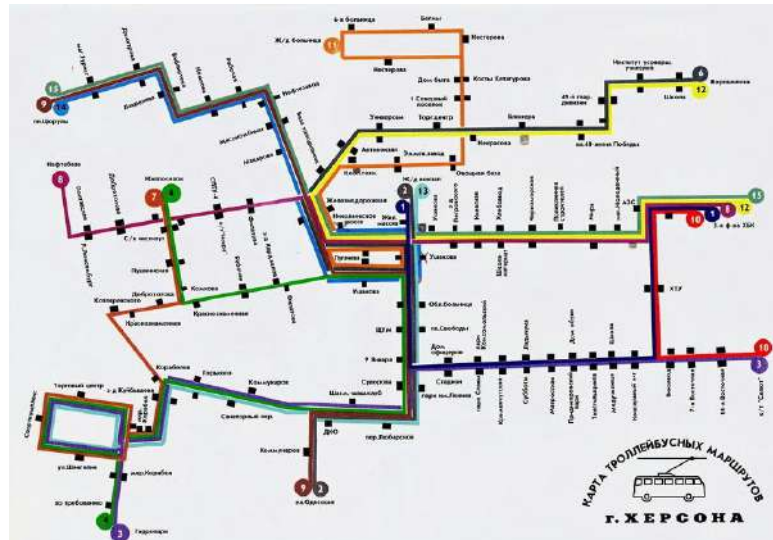


Рис. 1. Схема троллейбусних маршрутів м. Херсона (на 1996 рік)

За рахунок аналізу основних параметрів маршрутної системи м. Херсона, зокрема довжини маршрутної мережі, пасажирообігу, річного обсягу перевезень, показано, що основний обсяг перевезень виконується автобусами малого та середнього класу, на троллейбусні перевезення випадає лише 20...25% обсягу. Наявність значної кількості сумісних ділянок в маршрутній мережі пасажирського транспорту м. Херсон призвело до виникнення такого негативного явища як недобросовісна конкуренція на маршрутах, що, зокрема, призвело до занепаду троллейбусних перевезень (за 30 років троллейбусний парк скоротився більше ніж втриє).

Херсонська агломерація включає в себе населені пункти-супутники загальною чисельністю населення понад 60 тис. осіб. Сполучення деяких із цих населених пунктів може бути організовано троллейбусами з АХ із забезпеченням їх руху по міських маршрутах.

Парк троллейбусів м. Херсона застарілий, переважають високопідлогові машини (75%), те саме стосується автобусів. Існуючі сім маршрутів тролейбуса (на 2022 рік) в м. Херсоні мають високий ступінь дублювання автобусними (автобусні маршрути №8 та №35 на 30...50% дублюють більшість троллейбусних), є також автобусні маршрути, що дублюють троллейбусні на 100%). Загалом, троллейбусна система міста застаріла, оскільки існуючі маршрути не відповідають напрямкам найбільших пасажиропотоків – відсутнє пряме сполучення більшості районів із залізничним вокзалом, найбільшими лікарнями та університетами, а також густонаселених районів між собою, відсутній електрорух рядом магістральних вулиць.

Транспортна система м. Херсона потребує удосконалення з урахуванням вимог законодавства щодо забезпечення екологічності, що можна реалізувати

зокрема застосуванням тролейбусів з АХ і ширшим використанням наявної тролейбусної мережі за рахунок створення нових маршрутів та розширення існуючих. Це потребуватиме виконання нового обстеження транспортних потоків та уточнених розрахунків.

Заходи щодо удосконалення існуючих тролейбусних маршрутів застосуванням тролейбусів з автономним ходом можуть бути наступними: маршрути №1, 8, 12 можуть бути продовжені до селищ Зеленівка, Молодіжне, Інженерне. Маршрут №3 – до с. Антонівка. Маршрут №11 – до с. Степанівка та Чорнобаївка.

Розроблено схеми 13 нових маршрутів для тролейбусів з автономним ходом (рис. 2), що сполучають основні райони м. Херсона між собою, з основними установами охорони здоров'я, навчальними закладами. Для розроблених схем визначено довжини руху під контактною мережею та автономним ходом. Виконані розрахунки потрібної ємності ТАБ дали можливість встановити, що для комплектації тролейбусів, що працюватимуть на розроблених маршрутах потрібна закупівля трьох типорозмірів ТАБ: на 22, 44 та 67 кВт×год, що треба враховувати при плануванні інвестицій та енергоспоживання.

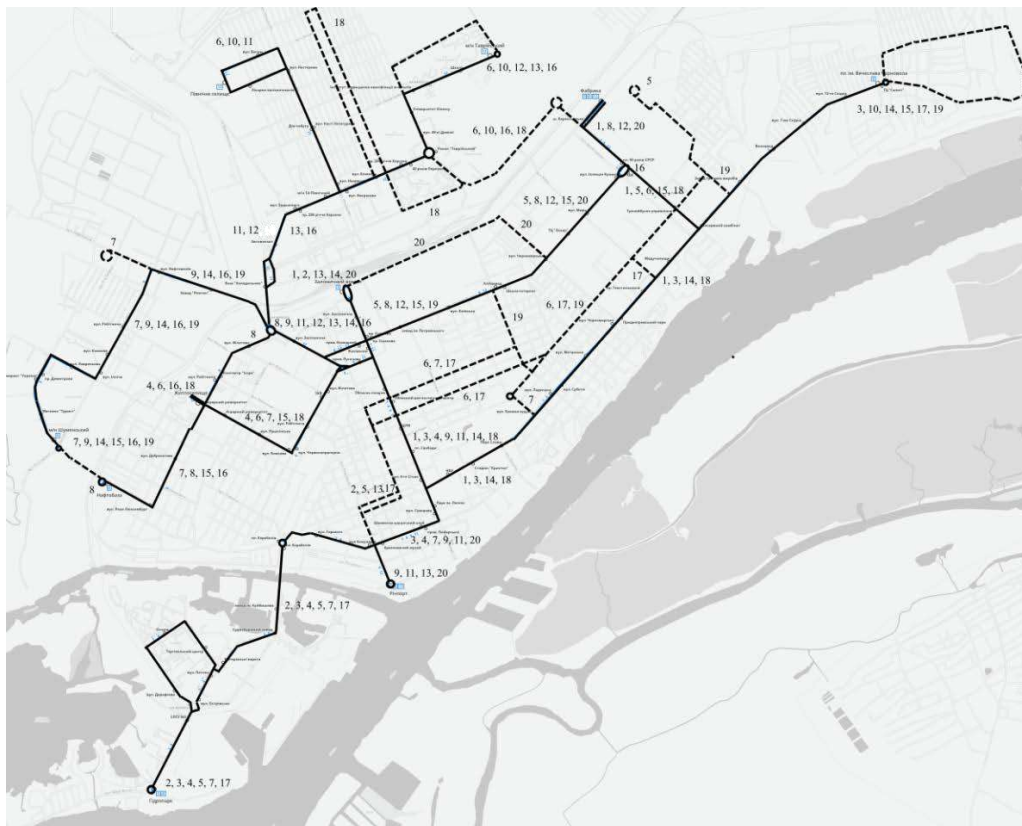


Рис. 2. Схема пропонованих та існуючих тролейбусних маршрутів



Виконано розрахунок собівартості перевезення пасажирів на всіх маршрутах для трьох варіантів комплектування транспортними засобами – новими автобусами ЕТАЛОН А08128, новими тролейбусами PTS-12309 та капітально відремонтованими силами тролейбусного депо тролейбусами ЛАЗ Е183D1 зі встановленням системи АХ та прокладання контактної мережі. На прикладі одного з маршрутів показано, що зрівнятися за собівартістю перевезення пасажирів з дизельним автобусом (варіант 1, $S_{enac} = 19,55$ грн.) може капітально відремонтований на базі депо тролейбус (варіант 3, $S_{enac} = 20,64$ грн.) чи прокладання контактної мережі (варіант 4, $S_{enac} = 19,02$ грн.). Варіант із закупівлею нових тролейбусів PTS-12309 забезпечує найвищу собівартість перевезення пасажирів ($S_{enac} = 26,30$ грн.). Оновлення тролейбусного парку потребуватиме кредитування чи участі в грантових програмах.

На основі виконаних розрахунків запропоновано організаційні та технічні напрямки зниження собівартості перевезення пасажирів: встановлення системи дистанційного контролю та оплати проїзду (резерв зниження собівартості 13...17%). Показано, що при збільшенні середньої експлуатаційної швидкості на модельному маршруті №17 на 13% з (15 км/год до 17 км/год) дає можливість знизити собівартість перевезення пасажирів тролейбусом з АХ на 9% (з 26,54 грн. до 24,14 грн.), що при обсягу перевезень $KП_{доб} = 4000$ пасажирів дає добову економію близько 10 тис. грн. і формує умови для розроблення організаційних заходів забезпечення перевезень та управління рухом тролейбусів на маршрутах. Такі заходи, насамперед повинні стосуватись ремонту дорожнього полотна для забезпечення підвищення швидкості, обмеження паркування на вул. Грушевського, Театральній, Українській, і т.д., запровадження інтелектуального управління світлофорною сигналізацією та ін.

На першому етапі впровадження тролейбусів з АХ на маршрути м. Херсона доцільно виконати закупівлю кількох нових машин і виконати дослідження енергоспоживання та особливостей роботи їх систем, зокрема опалення та кондиціонування з метою уточненого нормування витрат електроенергії та розрахунків витрат. Паралельно доцільною є закупівля експлуатованих машин типу ЛАЗ чи Богдан, виконання їх ремонту та модернізації на базі тролейбусного депо з оснащенням системою АХ, до чого доцільно залучати студентів навчальних закладів, організувавши таким чином їх практику та цим досягнувши синергетичного ефекту.

Запропоновані рішення та заходи є лише схемними, але і вони можуть стати основою для більш широкої дискусії та подальших досліджень, не відміняючи головного – для змін у ширшому запровадженні електротранспорту у пасажирські перевезення м. Херсона з покращенням їх якості потрібна воля і

ряд подекуди радикальних та непопулярних рішень місцевої адміністрації, мотивування якої може забезпечити свідомо громадянська спільнота херсонців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малєєв В.О., Безпальченко В.М. Технічні новації та еколого-економічні переваги міського електротранспорту м. Херсона / *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 2021, №1 (76). С. 56-65. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.1.7>
2. Луб'яний П.В., Войтович О.А. Організація пасажирських перевезень: навчальний посібник. – Херсон: ХНТУ, 2019. – 186 с.
3. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення. – К.: Слово, 2009. – 272 с.
4. Андрусенко С.І., Будниченко В.Б., Подпіснєв В.С. Розробка методики визначення експлуатаційних витрат автобусів та тролейбусів з різними видами силових установок / *Науково-виробничий журнал «Автошляховик України» (Автомобільний транспорт)*. – 2022. – № 2 (270). – С. 15-25. <https://doi.org/10.33868/0365-8392-2022-2-270-15-25>
5. Будниченко В.Б., Проценко В.О., Бабій М.В. Напрямки підвищення екологічності транспортної системи міста Херсона. Матеріали XII Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 16-18 квітня 2024 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – С. 69 – 72.

УДК 62-6: 621.43

Сергій РУСАНОВ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу,
Херсонський національний технічний університет,
м. Херсон – м. Хмельницький, Україна

Олег КЛЮЄВ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу,
Херсонський національний технічний університет,
м. Херсон – м. Хмельницький, Україна



Ірина ШАТОХІНА

*старший викладач кафедри транспортних систем і технічного сервісу,
Херсонський національний технічний університет,
м. Херсон – м. Хмельницький, Україна*

Андрій ЦИМБАР

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет,
м. Херсон – м. Хмельницький, Україна*

СПІРАЛЬНО-КАПСУЛЬНИЙ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОР ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Забезпечення раціонального теплового режиму автомобільного двигуна внутрішнього згоряння під час передпускової підготовки є важливою інженерною задачею. Дотримання оптимальної температури силового агрегату в момент запуску суттєво впливає на паливну економічність, екологічні показники, надійність і довговічність його роботи. Водночас відхилення температури ключових елементів двигуна від нормативних значень на стадіях запуску та прогрівання, особливо за низьких температур довкілля, призводить до погіршення процесів згоряння палива, збільшення механічних втрат і зниження загальної ефективності функціонування транспортного засобу [1].

Якість роботи теплового акумулятора значною мірою залежить від його внутрішньої будови, особливостей циркуляції теплоносія та інтенсивності процесів теплообміну між акумулюючим матеріалом і робочою рідиною [2]. Привертають увагу в цьому аспекті спірально-капсульні теплоаккумулятори з фазовим переходом, які відзначаються компактністю, розвиненою площею теплообміну та здатністю підвищувати інтенсивність теплопередачі.

В цьому дослідженні представлено результати чисельного аналізу процесів тепловіддачі та просторової нерівномірності температурного поля під час функціонування теплоаккумулятора з фазовим переходом спірально-капсульного типу оригінальної конструкції, а також визначення тривалості фазового переходу.

Для проведення дослідження було використано спірально-капсульний теплоаккумулятор оригінальної конструкції. Капсульні елементи виготовлялися з безшовних алюмінієвих труб діаметром 22 мм із товщиною стінки 1,25 мм. Внутрішній простір капсул заповнювали розплавленим теплоаккумулюючим матеріалом (октагідратом гідроксиду барію – температура фазового переходу 78° С).

Постановка задачі передбачала дослідження процесів теплообміну в апараті з урахуванням фазового переходу, починаючи з моменту його ініціювання. У розрахунку розглядалася нестационарна течія рідини, яка надходить до теплоаккумулятора з температурою 5°C при витраті $0,145 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, що забезпечується роботою зовнішнього насоса.

Врахування фазових перетворень здійснювалося із застосуванням методу ефективної теплоємності [3], без явного відстеження меж розділу фаз, з одночасним моделюванням конвективного перенесення теплоти в рідкій фазі. Опис фазового переходу базувався на підході, за яким теплоємність матеріалу модифікується шляхом введення додаткового δ -подібного члена та задається у вигляді відповідної аналітичної залежності

$$c_{\text{ef}} = c(T) + q_n \delta(T - T^*), \quad (1)$$

де T^* – температура фазового переходу.

У результаті чисельного моделювання сформовано температурні поля для окремих моментів часу в межах нестационарного процесу тривалістю 120 с. Отримані розподіли температури разом із лініями течії наведено на рис. 1.

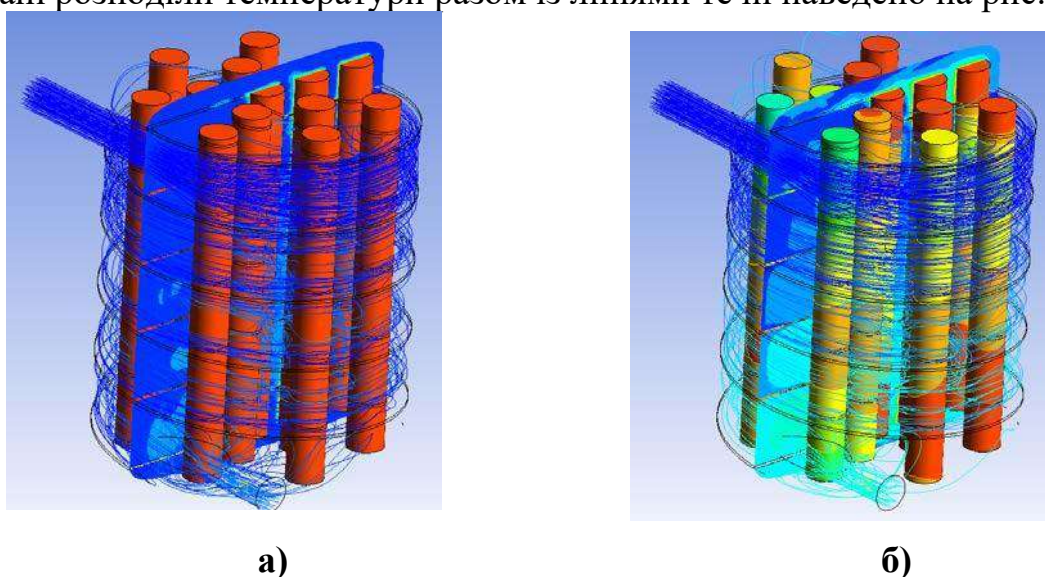
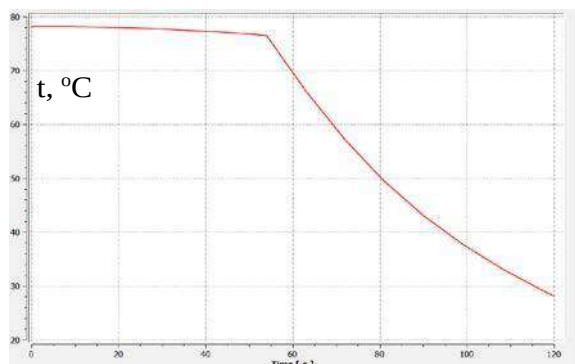
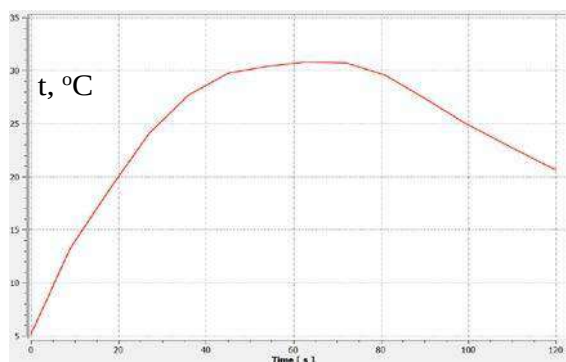


Рис. 1. Розподіл температурного поля та лінії течії на початкових етапах процесу (а) і на проміжних стадіях (б)

Зміну температури всередині однієї з капсул у часі наведено на рис. 2 (а), а на рис. 2 (б) — температурну залежність для рідини на виході з апарата. Із графіка (а) випливає, що тривалість фазового переходу становить приблизно 57 с, після чого спостерігається інтенсивне зниження запасеної теплової енергії. Водночас, починаючи орієнтовно з 20-ї секунди (рис. 2, б), різниця температур між вхідним і вихідним потоками перевищує 15°C , досягаючи максимального значення приблизно через хвилину роботи.



а)



б)

Рис. 2. Залежність температури всередині капсули від часу (а) та зміна температури рідини на виході з апарата у часі (б)

Отримані розподіли швидкостей теплоносія разом із побудованими лініями течії, наведеними на рис. 1, дають змогу оцінити як інтегральну ефективність теплопередачі у спіральньо-капсульному теплоаккумуляторі, так і локальні особливості взаємодії потоку з поверхнею капсульних елементів. Такі результати є показовими для аналізу рівномірності вилучення накопиченої теплоти по всьому об'єму теплоакмулюючого пристрою.

Проведене чисельне дослідження демонструє, що застосування CFD-підходів є ефективним інструментом для аналізу гідродинамічних і теплових явищ у спіральньо-капсульному теплоаккумуляторі, який використовується для передпускової теплової підготовки двигунів внутрішнього згорання. У результаті отримано детальні характеристики розподілу швидкостей і температури теплоносія в каналах апарата, що дало змогу всебічно оцінити ефективність використання накопиченої теплової енергії та ступінь рівномірності прогріву капсул.

Визначено тривалість фазового переходу теплоакмулюючого матеріалу. Встановлено, що різниця температур між вхідним і вихідним потоками не опускається нижче 15° С та досягає максимального значення близько 26° С. Результати моделювання засвідчили, що рух охолоджувальної рідини в умовах складної спіральньо-лабіринтної конфігурації супроводжується утворенням зон зі зниженою швидкістю, зокрема поблизу кришки та днища апарата. Такі ділянки спричиняють локальне зменшення інтенсивності теплообміну і формування виражених температурних градієнтів як у теплоакмулюючому матеріалі, так і в конструктивних елементах пристрою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gabriel A. Study on the Possibility of Facilitating Internal Combustion Engine Starting at Very Low Temperatures // *SAE Technical Paper* 920038. – 1992. – DOI: [10.4271/920038](https://doi.org/10.4271/920038).
2. Gritsuk I. V. The Development and the Study of the Combined Heating System of Engines and Vehicles // *The Herald of Kharkiv National Automobile and Highway University*. – 2015. – Vol. 70. – P. 23–32.
3. Дмитрієв Д.О., Аппазов Е С., Русанов С., Ключев О.І. Моделювання процесу розігріву двигуна з тепловим акумулятором при передпусковій підготовці // *Вісник Хмельницького національного університету*. – 2015. – № 5. – С. 54–58.

УДК 667.64:678.026

Олександр САПРОНОВ,
д.т.н., професор,
Херсонська державна морська академія, м. Херсон,
Владислав ШАРАНОВ,
PhD,
Дунайський інститут Національного університету
«Одеська морська академія», м. Ізмаїл,
Михайло БАНГА,
аспірант,
Херсонська державна морська академія, м. Херсон

ЕПОКСИДНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ І ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Післявоєнне відновлення об'єктів критичної інфраструктури, зокрема водного транспорту, потребує створення новітніх матеріалів із підвищеними експлуатаційними характеристиками, довговічністю та стійкістю до агресивних середовищ. Особливої актуальності набуває розроблення багатофункціональних полімерних покриттів, здатних забезпечувати антикорозійний захист, механічну міцність та надійність експлуатації обладнання та металоконструкцій.

Відповідно до вимог міжнародних нормативних документів (ІМО, SOLAS, класифікаційні товариства), стан захисних покриттів обладнання водного транспорту підлягає регулярному контролю, що обумовлює необхідність підвищення їх ресурсу та функціональних властивостей [1, 2].

Одним із перспективних підходів є модифікація полімерних зв'язуючих нанорозмірними добавками, які здатні суттєво покращити фізико-механічні характеристики матеріалів [3].

Для забезпечення вищенаведених вимог до надійності обладнання водного транспорту та металоконструкцій об'єктів критичної інфраструктури розроблено епоксидні композиційні матеріали, модифіковані нанодисперсною фулерено-сажовою сумішшю, що характеризується високою питомою поверхнею та реакційною здатністю до взаємодії з полімерним зв'язувачем. Досліджено вплив вмісту нанонаповнювача (0,010–0,100 мас.%) на адгезійну міцність, залишкові напруження та ударну в'язкість покриттів. Експериментально доведено, що введення нанодобавки у кількості 0,025–0,075 мас.% забезпечує:

- підвищення адгезійної міцності у 1,3–1,5 рази;
- зниження залишкових напружень у 1,4–1,5 рази;
- підвищення ударної в'язкості у 2,0–2,1 рази.

Покращення властивостей пояснюється формуванням додаткових фізико-хімічних зв'язків у системі «полімер–наночастка–металева основа» та рівномірним розподілом добавки у полімері. При перевищенні оптимального вмісту наночасток спостерігали їх агломерацію, що призводить до погіршення експлуатаційних характеристик розроблених полімерних покриттів.

Отримані результати можуть бути використані при створенні багатофункціональних полімерних покриттів для ремонту та відновлення елементів критичної інфраструктури, зокрема трубопроводів, суднового обладнання та функціональних поверхонь, що є важливим у контексті післявоєнної відбудови України.

Публікація містить результати досліджень, що фінансувалися у рамках іменної стипендії Верховної Ради України для молодих учених – докторів наук за 2025 рік (Постанова Верховної Ради України від 21 серпня 2025 року № 4583-IX).

ЛІТЕРАТУРА

- [1] International maritime organization IMO. RESOLUTION A.744(18) [https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolution/s/AssemblyDocuments/A.744\(18\).pdf](https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolution/s/AssemblyDocuments/A.744(18).pdf)
- [2] SOLAS (Safety of Life at Sea) Consolidated Edition, 2020. <https://www.samgongustofa.is/media/english/SOLAS-2020-Consolidated-Edition.pdf>
- [3] Li H., Zhang Q.-H., Meng X.-Z., et al. A novel cerium organic network modified graphene oxide prepared multifunctional waterborne epoxy-based coating

with excellent mechanical and passive/active anti-corrosion properties, Chem. Eng. J. 2023. 465, 142997. DOI:[10.1016/j.cej.2023.142997](https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.142997)

УДК 667.64:678.026

Анна САПРОНОВА,
*PhD, старший науковий співробітник,
Херсонська державна морська академія, м. Херсон*

МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ РІШЕННЯ У ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ ХЕРСОНЩИНИ

Післявоєнне відновлення Херсонської області потребує застосування високоефективних матеріалознавчих рішень для відновлення критичної інфраструктури, зокрема мостових переходів, портових споруд, гідротехнічних об'єктів та елементів судноплавної системи. Умови експлуатації цих конструкцій характеризуються підвищеною вологістю (до 85...100%), високою концентрацією хлорид-іонів у водному середовищі (до 3,5% у морській воді), значними циклічними температурними коливаннями (від -20 до $+40$ °C) та інтенсивними динамічними навантаженнями. Це створює умови для прискореної електрохімічної корозії сталевих елементів із середньою швидкістю втрати металу до 0,1...0,3 мм/рік у незахищених конструкціях. За таких умов традиційні лакофарбові системи на основі алкідних або акрилових смол не забезпечують достатнього рівня захисту через низьку адгезійну міцність (5...8 МПа) та обмежену водостійкість (проникність води до 60...80 г/м²·добу), що призводить до швидкої деградації покриттів упродовж 1...3 років експлуатації. Тоді, як епоксидні полімерні покриття характеризуються вищими експлуатаційними характеристиками, зокрема: адгезійна міцність до сталі – 15...35 МПа, межа міцності при згинанні – 70...90 МПа, ударна вязкість – 10...14 кДж/м², водопоглинання не більше 0,5...2%, а також високу хімічну стійкість до дії хлоридів і лугів. Додаткове модифікування епоксидних систем нанодисперсними наповнювачами (вуглецеві наночастинки, фулерени, сажа, SiO₂) дозволяє підвищити ударну в'язкість композиту на 20...40%, збільшити тріщиностійкість у 1,5...2 рази та зменшити коефіцієнт дифузії води до рівня 10^{-12} ... 10^{-13} м²/с. Такі матеріали демонструють підвищену довговічність у морському середовищі без капітального відновлення. Особливо ефективними епоксидні нанокompозити є для захисту металевих конструкцій мостів і портових споруд, де вони забезпечують зниження швидкості корозії сталі до 0,005...0,01 мм/рік, що у 20...30 разів менше порівняно з незахищеними поверхнями. Для залізобетонних конструкцій такі покриття знижують

проникність хлоридів у бетон у 3...5 рази, що суттєво уповільнює корозію арматури.

У контексті відновлення критичної інфраструктури Херсонщини важливим є також застосування багатошарових епоксидних систем (primer–intermediate–topcoat), загальною товщиною 200...500 мкм, що забезпечує комплексний бар'єрний та катодний захист. При цьому ресурс таких систем у морських умовах у 2...3 рази перевищує показники традиційних покриттів.

Умови післявоєнної реконструкції Херсонської області, зокрема відновлення Антонівського мосту та портової інфраструктури, вимагають застосування саме таких високоміцних епоксидних систем, здатних працювати в умовах агресивного морського середовища, динамічних навантажень і прискореної корозії. Їх використання дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 30...50%, скоротити частоту ремонтних робіт у 2...4 рази та підвищити загальний ресурс роботи інфраструктурних об'єктів.

Таким чином, епоксидні та полімерні покриття є ключовим матеріалознавчим рішенням для післявоєнного відновлення Херсонщини, оскільки забезпечують поєднання високої механічної міцності, корозійної стійкості та довговічності, а також дозволяють реалізувати економічно ефективну модель реконструкції критичної інфраструктури регіону.

Роботу виконано за рахунок коштів гранту Президента України, наданого Національним фондом досліджень України («Створення полімерних покриттів призначених для захисту і післявоєнного відновлення поверхонь промислових об'єктів та інженерних споруд». Реєстраційний номер проєкту 2025.05/0003).

УДК 621.762

І.А. СЕЛІВЕРСТОВ,

кандидат технічних наук,

*доцент кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

І.В. СМІРНОВ,

доктор технічних наук,

*професор кафедри зварювального виробництва
НТУУ «КПІ» ім І Сікорського, м. Київ*

СТВОРЕННЯ НОВИХ 3D-КОМПОЗИТІВ СПОНГІН-ТИТАН МЕТОДОМ ІОННО-ПЛАЗМОВОГО (ВАКУУМНО-ДУГОВОГО) ОСАДЖЕННЯ

Для людей і науковців, які безпосередньо не займаються спонгологією (вивченням губок як живих організмів), згадка про « морську губку » одразу викликає образ відомого біоматеріалу, який використовується переважно в косметичних цілях. Ці морські губки для ванн, які можна знайти в різних формах і розмірах, насправді є децелюляризованими 3D-скелетами самих губок, спочатку очищених механічно та хімічно.

Згідно з сучасним поглядом, стратегії створення нових каркасних структур включають технології використання 3D-конструкцій з морського спонгину та технологій нанесення покриттів.

Дослідження взаємодії іонів металів та самих металів у різних нанофазних формах з матрицями спонгину видаються затребуваними з наступних причин. По-перше, іони металів, такі як ртуть [1] або мідь [2], які часто зустрічаються у високотоксичних стічних водах, активно взаємодіють з поверхнею спонгину, утворюючи комплекси та наноструктуровані композити з каталітичними властивостями [2, 3].

Нещодавні дослідження процесу металізації спонгину призвели до створення унікальних 3D-композитів « залізо-спонгін », що містять лепідокроцит ($\gamma\text{-FeO(OH)}$). Ці композити були отримані двома методами: біоміметичним та екстремальним біоміметичним, і демонструють високу здатність виявляти дофамін та триптофан [4, 5, 6]. Крім того, шляхом плавлення сталі при 1450–1600 °C на початково карбонізованих каркасах спонгину *H. communis* при 1200 °C нещодавно були отримані нові магнітні 3D-матеріали на основі спонгину [7]. Розробка магнітних губок з використанням природних каркасів спонгину є дуже важливим напрямком та чіткою альтернативою багатьом синтетичним аналогам, які вже знайшли застосування в контрольованій доставці ліків [7], вимірюванні сили, зборі енергії [8], ремедіації [9] та тканинній інженерії [10].

Аерокосмічна промисловість, хімічна обробка та медицина є основними споживачами титану у формі пористих структур. Так звана « титанова губка » являє собою форму пористих агломерованих порошкових частинок [11]. Слід одразу зазначити, що в класичному розумінні « титанова губка » суттєво відрізняється від скелетів на основі спонгину комерційних губок. Однак, наприклад, титанові піни, завдяки своїй механічній міцності, стійкості до корозії, біосумісності та біоактивності, вже знайшли різноманітне ортопедичне та стоматологічне застосування [12, 13, 14, 15]. Також нещодавно в ендопротезування колінного та кульшового суглобів були впроваджені

високопористі титанові імплантати, надруковані за допомогою 3D-принтера [16]. Пористість титанових структур для біомедичних цілей є важливим фактором. Наприклад, як повідомляють автори роботи [17], остеобласти людини можуть добре рости завдяки взаємопов'язаній пористості титанової піни

З огляду на вищезазначені факти, ідея покриття готових до використання каркасів 3Dspongin, вкритих титановими наночастинками, таким чином, щоб зберегти саму скелетну архітектуру є актуальною. Залишалось відкритим питання, чи витримає спонгін як біоматеріал специфічні умови, за яких відбуватиметься осадження наночастинок титану. На сьогоднішній день розроблено широкий спектр методів осадження металевих покриттів, серед яких чільне місце займають методи фізичного осадження з парової фази (PVD) [18]. Найпоширенішим методом PVD є магнетронне розпилення, яке, незважаючи на свої переваги, демонструє відносно низькі швидкості осадження, особливо при застосуванні до таких матеріалів, як Ti, Mo або Si, і тому використовується переважно для отримання тонких плівок. З технологічної та конструкторської точок зору перспективною альтернативою є метод іонно-плазмового (вакуумно-дугового) осадження [19]. Цей метод дозволяє формувати щільні, однорідні покриття практично з будь-якого металу або сплаву з міцною адгезією до підкладки, що пояснюється високим ступенем іонізації продуктів ерозії катода.

Титан було обрано як матеріал катода через його високу хімічну реакційну здатність, що дозволяє йому змочувати неметалеві та керамічні поверхні, включаючи карбонізовані. Катод, виготовлений з цього покривного матеріалу, еродує за допомогою вакуумної дуги, що забезпечує високу швидкість осадження на різних типах поверхонь [20]. Цей специфічний метод та відповідне обладнання були використані для металізації 3D-каркасів спонгину з губки для ванн *H. communis*, з більш детальним описом у [21].

Отже, експерименти вперше демонструють можливість металізації спонгину титаном за допомогою дуже жорсткого методу іонно-плазмового осадження. Біоматеріал спонгину в атмосфері аргону витримував струм дуги 100 ампер та напругу дуги 70 вольт під час розпилення наночастинками титану протягом 5 та 10 хвилин без суттєвих змін у 3D-архітектурі каркасу. Однак спостерігалася втрата маси (Δm) від 0,01 до 0,1 г, залежно від розміру зразка.

В результаті металізації поверхня волокон спонгину була покрита однорідною титановою плівкою. Цікаво, що товщина цього шару, покритого титаном, сягає 500 нм, що відповідає так званому кутикулярному шару волокон спонгину [22, 23].

Логічно припустити, що тепер, після створення 3D-композитного матеріалу спонгін-титан, необхідно буде детально вивчити його фізико-

механічні властивості, враховуючи перспективи практичного застосування в біомедицині, подібно до вже добре перевірених пористих титанових імплантатів. Титан також може служити проміжним шаром для нанесення функціонального шару покриття з різних металів, включаючи Ni, Ag та Au [24, 25]. Отже, металізовані спонгінкові каркаси також можуть знайти застосування в різних галузях техніки та технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Domingues, E.M.; Gonçalves, G.; Henriques, B.; Pereira, E.; Marques, P.A.A.P. High affinity of 3D spongin scaffold towards Hg(II) in real waters. *J. Hazard. Mater.* **2021**, *407*, 124807. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
2. Tsurkan, D.; Simon, P.; Schimpf, C.; Motylenko, M.; Rafaja, D.; Roth, F.; Inosov, D.; Makarova, A.A.; Stepniak, I.; Petrenko, I.; et al. Extreme Biomimetics: Designing of the first nanostructured 3D spongin-atacamite composite and its application. *Adv. Mater.* **2021**, *33*, 2101682. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
3. Tsurkan, D.; Simon, P.; Schimpf, C.; Motylenko, M.; Rafaja, D.; Roth, F.; Inosov, D.; Makarova, A.A.; Stepniak, I.; Petrenko, I.; et al. Extreme Biomimetics: Designing of the first nanostructured 3D spongin-atacamite composite and its application. *Adv. Mater.* **2021**, *33*, 2101682. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
4. Kubiak, A.; Pajewska-Szmyt, M.; Kotula, M.; Leśniewski, B.; Voronkina, A.; Rahimi, P.; Falahi, S.; Heimler, K.; Rogoll, A.; Vogt, C.; et al. Spongin as a Unique 3D Template for the Development of Functional Iron-Based Composites Using Biomimetic Approach In Vitro. *Mar. Drugs* **2023**, *21*, 460. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
5. Kubiak, A.; Kotula, M.; Leśniewski, B.; Pajewska-Szmyt, M. Iron-sponges Interrelations: From Biocorrosion to Nanostructured Biocomposites. *Lett. Appl. NanoBioSci* **2022**, *12*, 64. [[Google Scholar](#)]
6. Leśniewski, B.; Kopani, M.; Szczurek, A.; Matczak, M.; Dubowik, J.; Kotula, M.; Kubiak, A.; Tsurkan, D.; Romańczuk-Ruszk, E.; Nowicki, M.; et al. Development of Magnetic Sponges Using Steel Melting on 3D Carbonized Spongin Scaffolds Under Extreme Biomimetics Conditions. *Biomimetics* **2025**, *10*, 350. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. Shademani, A. Magnetic Sponges for Localized and Controlled Drug Delivery with Drug Combination Therapy. Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada, 2021. [[Google Scholar](#)]
8. Li, H.; Kim, I.; Goh, T.S.; Lee, J.I.; Kim, D. Multimodal magnetic sponge-based triboelectric nanogenerator for energy harvesting, force sensing, and controlled drug delivery. *Nano Energy* **2025**, *138*, 110899. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

9. Öztürk, E.E.; Gürsoy, S.; Bakırdere, S. Equilibrium modelling and kinetic studies on adsorption of cadmium from lake water by a magnetic covalent organic framework. *Sci. Rep.* 2026, 16, 4838. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
10. Giannelli, M.; Barbalinardo, M.; Riminucci, A.; Belvedere, K.; Boccalon, E.; Sotgiu, G.; Corticelli, F.; Ruani, G.; Zamboni, R.; Aluigi, A.; et al. Magnetic keratin/hydrotalcites sponges as potential scaffolds for tissue regeneration. *Appl. Clay Sci.* 2021, 207, 106090. [Google Scholar] [CrossRef]
11. Nagesh, C.R.V.S.; Brahmendra Kumar, G.V.S.; Saha, B.; Gokhale, A.A. Titanium Sponge Production and Processing for Aerospace Applications. In *Aerospace Materials and Material Technologies*; Prasad, N., Wanhill, R., Eds.; Springer: Singapore, 2017; pp. 73–89, Indian Institute of Metals Series. [Google Scholar]
12. Barthes, J.; Cazzola, M.; Muller, C.; Dollinger, C.; Debry, C.; Ferraris, S.; Spriano, S.; Vrana, N.E. Controlling Porous Titanium/Soft Tissue Interactions with an Innovative Surface Chemical Treatment: Responses of Macrophages and Fibroblasts. *Mater. Sci. Eng. C* 2020, 112, 110845. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
13. Marin, E.; Lanzutti, A. Biomedical Applications of Titanium Alloys: A Comprehensive Review. *Materials* 2024, 17, 114. [Google Scholar] [CrossRef]
14. Yadav, M.K.; Yarlapati, A.; Aditya, Y.N.; Kesavan, P.; Pandey, V.; Perugu, C.S.; Nain, A.; Chatterjee, K.; Suwas, S.; Jayaraj, J.; et al. Processing and Development of Porous Titanium for Biomedical Applications: A Comprehensive Review. *J. Manuf. Mater. Process* 2025, 9, 401. [Google Scholar] [CrossRef]
15. Ho, K.; Shiba, T.; Chen, C.Y.; Kim, D.M. Plasma Treatment to Remove Titanium Surface Contaminants and Improve Implant Biocompatibility: An In Vitro Study. *Biomimetics* 2025, 10, 571. [Google Scholar] [CrossRef]
16. Tigani, D.; Lamattina, L.; Puteo, N.; Donadono, C.; Banci, L.; Colombo, M.; Pizzo, A.; Assenza, A. Novel Clinical Applications of 3D-Printed Highly Porous Titanium for Off-the-Shelf Cementless Joint Replacement Prostheses. *Biomimetics* 2025, 10, 634. [Google Scholar] [CrossRef]
17. Müller, U.; Imwinkelried, T.; Horst, M.; Sievers, M.; Graf-Hausner, U. Do Human Osteoblasts Grow into Open-Porous Titanium? *Eur. Cell Mater.* 2006, 11, 8–15. [Google Scholar] [CrossRef]
18. Ichou, H.; Arrousse, N.; Berdimurodov, E.; Aliev, N. Exploring the Advancements in Physical Vapor Deposition Coating: A Review. *J. Bio Tribocorros* 2024, 10, 3. [Google Scholar] [CrossRef]
19. Roy, A.; Wang, S.; Komvopoulos, K. A Review of Plasma-Assisted Deposition Methods for Amorphous Carbon Thin and Ultrathin Films with a Focus on the Cathodic Vacuum Arc Technique. *J. Mater. Res.* 2023, 38, 586–616. [Google Scholar] [CrossRef]

20. Straumal, B.; Gust, W.; Vershinin, N.; Dimitriou, R.; Rabkin, E. Vacuum Arc Deposition of Ti Coatings. Surf. Coat. Technol. 2000, 125, 157–160. [Google Scholar] [CrossRef]
 21. Smirnov, I.V.; Furman, V.K.; Chorny, A.V.; Dolgov, N.A.; Andreytsev, A.Y. Nanostructured PVD Film-Coated Alumina Powders for Thermal Spraying Technologies. In Proceedings of the 7th International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties (NAP), Zatoka, Ukraine, 10–15 September 2017; IEEE: New York, NY, USA; p. 01FNC04-1. [Google Scholar]
 22. Garrone, R. Nature, Genèse et Fonctions Des Formations Conjonctives Chez Les Spongiaires. Ph.D. Thesis, Université Claude Bernard, Lyon, France, 1975. [Google Scholar]
 23. Vacelet, J.; Verdenal, B.; Perinet, G. The Iron Mineralization of Spongia officinalis L. (Porifera, Dictyoceratida) and Its Relationships with the Collagen Skeleton. Biol. Cell 1988, 62, 189–198. [Google Scholar] [CrossRef]
 24. Wojcieszak, D.; Mazur, M.; Kalisz, M.; Grobelny, M. Influence of Cu, Au and Ag on Structural and Surface Properties of Bioactive Coatings Based on Titanium. Mater. Sci. Eng. C 2017, 71, 1115–1121. [Google Scholar] [CrossRef]
 25. Lukose, C.C.; Anestopoulos, I.; Panagiotidis, I.S.; Zoppi, G.; Black, A.M.; Dover, L.G.; Bowen, L.; Serrano-Aroca, Á.; Liu, T.X.; Mendola, L.; et al. Biocompatible Ti3Au–Ag/Cu Thin Film Coatings with Enhanced Mechanical and Antimicrobial Functionality. Biomater. Res. 2023, 27, 93. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
-

УДК 621.313.322:629.5

Світлана СЄЛІВЕРСТОВА

кандидат технічних наук, доцент

Михайло ОГЛОБЛІН

здобувач вищої освіти 1 курсу

Херсонська державна морська академія, м. Херсон

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ СУХОВАНТАЖНИХ СУДЕН

Південний регіон України має особливе значення відносно розвитку морського та річного транспорту. Теперішній стан судноходства та повоєнний план його відновлення вимагають обґрунтованого підходу до аналізу енергоефективності парку суден. Сучасні вимоги, що до економічності і надійності суднової електроенергетичної системи (СЕЕС) суховантажних



універсальних суден, базуються на застосуванні автоматизації СЕЕС з використанням пристроїв і систем регулювання, управління, контролю і захисту. У складі пропульсивної системи судна має бути автономне (альтернативне) джерело живлення, яке може забезпечити життєдіяльність судна в різних умовах. Традиційний склад СЕЕС має базою дизель-генераторні установки. Однак, видобуток електроенергії тільки дизель-генераторами, не завжди є економічним. Одним з варіантів є використання валогенераторної (ВГ) установки в пропульсивній системі та системі енергозабезпечення судна. Актуальність питання технічної експлуатації валогенераторної установки у складі пропульсивного комплексу судна є безумовною.

В сучасних суднових електроенергетичних системах більшу перевагу надають турбо- та дизельгенераторам (ДГ) [1]. Валогенератори мають наступні переваги перед дизель-генераторами: менші габарити, низька початкова вартість, низькі витрати на монтаж і на обслуговування, великий термін служби і низький рівень шуму. Використання ВГ в різних режимах експлуатації: автономному, паралельно з дизельгенераторами, генераторному та реверсному (руховому) режимах розширюють можливості їх застосування.

У ходовому режимі головний двигун уже працює, але електричне навантаження судна часто й далі покривається окремими ДГ. За таких умов частина механічної потужності головного двигуна може бути використана для живлення суднової мережі через валогенераторну установку [2, 4]. Саме тому питання енергоефективності тут пов'язане не лише з вибором джерела електроенергії, а й із загальною схемою роботи суднової енергосистеми.

Паливна доцільність такої схеми пов'язана з тим, що в морі електроенергія виробляється не окремим допоміжним двигуном, а за рахунок уже працюючого головного двигуна. Як базу для порівняння доцільно використовувати характеристики типової дизель-генераторної установки [1]. Головний двигун, особливо малообертовий, у сталому ходовому режимі зазвичай працює ефективніше, тому при перенесенні частини електричного навантаження з допоміжного ДГ на валогенератор змінюється саме джерело енергії на більш вигідне в експлуатаційному сенсі [3, 5]. Для окремих рішень наводиться економія до 20-30 %, а строк окупності оцінюється в межах 2–4 років, проте такі значення не можна переносити на будь-яке судно без окремого розрахунку.

Основним недоліком валогенераторних систем відбору потужності є залежність їх роботи від швидкості руху судна. При застосуванні ВГ зміна швидкості руху судна, тобто зміна частоти обертання гребного валу, безпосередньо пов'язана із зміною частоти обертання генератора, внаслідок чого вихідні параметри валогенераторів - напруга і частота струму можуть безперервно змінюватись. Оптимальним, не потребуючим додаткових

капіталовкладень, є режим використання ВГ з гвинтом рерульованого кроку (ГРК). Однак, це обмежує діапазон використання ВГ установок.

Стабілізувати вихідні параметри валогенераторів і поліпшити умови їх роботи можна застосуванням спеціальних перетворювачів електроенергії або пристроїв, що забезпечують постійну частоту обертання генераторів, незважаючи на змінну частоту обертання гребного валу. У якості таких використовуються частотні перетворювачі (ЧП) різної комплектації, в залежності від зазначених вимог. Частотні перетворювачі нового покоління на IGBT – транзисторах, забезпечують можливість роботи генераторних установок великої потужності. Стабільність їх параметрів забезпечується додатковою системою охолодження. У складі валогенераторної установки застосовують частотний перетворювач на базі IGBT-транзисторів за схемою подвійного перетворення AC–DC–AC [4, 5]. Така схема містить блок випрямляча, ланку постійного струму та ШІМ-інвертор. Випрямляч переводить змінну напругу від валогенератора в постійну, ланка постійного струму виконує роль енергетичного буфера, а інвертор формує нову трифазну напругу із заданими параметрами частоти та амплітуди [4, 5]. Саме тут відбувається розв’язка між несталим механічним приводом і сталою судновою мережею. Без такого вузла валогенератор ефективний лише в обмеженому діапазоні режимів, тоді як із частотним перетворювачем система стає придатною до повноцінної роботи в ходових умовах зі змінною швидкістю.

Обґрунтовано доцільність застосування валогенератора з частотним перетворювачем для підвищення енергоефективності суднової електроенергетичної системи. Основна увага приділено фізичній причині нестабільності параметрів валогенератора, ролі перетворювача у стабілізації електроживлення та факторам, від яких реально залежить економічний ефект.

ЛІТЕРАТУРА

1. DIESEL GENERATOR SET LC5014F. Colorado: Cat Electric Power, 2014. 5 р.
2. Піпченко О. М. Електрообладнання, електронна апаратура та системи управління: навч. посіб. Одеса : ОНМА, 2005. 370 с.
3. Schøyen H., Sow H. A decision making tool concerning retrofit of shaft generator frequency converter. Ocean Engineering. 2015. Vol. 109. P. 103–112.
4. ABB. Geared shaft generators.
5. Wärtsilä. Shaft Generator Systems.

УДК 656.02

В'ячеслав СЛАВИЧ

*к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних систем і технічного
сервісу, Херсонський національний технічний університет*

Костянтин БАБІЙЧУК

*студент кафедри транспортних систем і технічного сервісу,
Херсонський національний технічний університет*

БАГАТОПРОДУКТОВІ ТРАНСПОРТНІ ЗАДАЧІ У ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Сучасні логістичні системи функціонують в умовах зростаючої складності транспортних процесів, багаторівневої організації ланцюгів постачання та необхідності оперативного управління матеріальними потоками. У таких умовах особливого значення набуває оптимізація перевезень, спрямована на зниження транспортних витрат, раціональне використання рухомого складу та забезпечення своєчасного постачання продукції споживачам.

Одним із ключових напрямів розвитку дослідження операцій у транспортно-логістичних системах є багатопродуктові транспортні задачі. На відміну від класичних моделей, які, як правило, орієнтовані на перевезення однорідного вантажу, реальні умови господарської діяльності передбачають роботу з широкою номенклатурою продукції, що відрізняється за призначенням, фізичними характеристиками, умовами зберігання та кінцевими пунктами доставки.

Особливої актуальності набувають задачі, у яких транспортний процес має багаторівневу структуру та включає проміжні логістичні пункти. До таких пунктів можуть належати склади, розподільчі центри, сортувальні станції, елеватори, логістичні термінали та інші вузли транспортної мережі. Саме на цьому етапі часто відбувається формування окремих товарних потоків для подальшого адресного постачання.

У практиці логістики досить поширеними є ситуації, коли вантаж транспортується на початковому етапі в агрегованому вигляді, без попереднього поділу на окремі категорії. Подальша деталізація здійснюється вже у проміжних пунктах відповідно до структури попиту споживачів. Такий підхід характерний для торговельної логістики, агропромислових перевезень, систем поводження з відходами, фармацевтичної дистрибуції та інших галузей.

Наприклад, у сфері роздрібної торгівлі товар може надходити до розподільчого центру єдиною партією, після чого відбувається його сортування



за товарними групами для різних магазинів. В аграрному секторі сировина транспортується як єдиний потік, а на проміжних вузлах проходить розподіл за якісними характеристиками або напрямками подальшого використання. У логістиці вторинної сировини змішані матеріали доставляються до сортувальних комплексів, де поділяються на окремі фракції для подальшого транспортування. Аналогічні процеси спостерігаються у фармацевтичній та промисловій логістиці, де консолідовані вантажі проходять етап внутрішнього розподілу на складах дистрибуції.

Зазначені особливості свідчать про необхідність розвитку транспортних моделей, здатних описувати процеси формування багатокомпонентних потоків не лише на початковому, а й на проміжному етапі логістичного ланцюга. Такий підхід дозволяє значно точніше відобразити реальні умови функціонування сучасних транспортно-логістичних систем та підвищити ефективність управлінських рішень.

Важливою особливістю багатопродуктових транспортних задач у логістичних системах є необхідність одночасного врахування декількох взаємопов'язаних факторів: структури попиту, пропускнуєї спроможності проміжних логістичних вузлів, обмежень рухомого складу та вартості перевезень на різних ділянках транспортної мережі. Саме комплексний характер таких задач зумовлює потребу у використанні сучасних методів математичного моделювання та оптимізації, здатних забезпечити прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Особливу практичну цінність мають підходи, які дозволяють адаптувати транспортні моделі до реальних умов функціонування логістичних центрів, де вантажопотоки можуть змінювати свою структуру в процесі переміщення. Це створює передумови для більш точного планування маршрутів, раціонального використання складської інфраструктури, зниження непродуктивних пробігів та підвищення ефективності розподілу ресурсів між окремими споживачами.

Запропонований напрям дослідження є перспективним для застосування у транспортних системах торговельних мереж, агропромислових підприємств, логістичних операторів та мультимодальних центрів, де від ефективності управління потоками безпосередньо залежать економічні результати діяльності. Подальший розвиток даної тематики доцільно спрямувати на формування математичного апарату для опису процесів трансформації вантажопотоків та розробку алгоритмів оптимізації, придатних для практичного використання в інформаційно-аналітичних системах логістичного управління.

Таким чином, багатопродуктові транспортні задачі з урахуванням проміжних логістичних пунктів становлять актуальний напрям сучасних досліджень у сфері транспортної логістики. Їх подальше вивчення сприятиме підвищенню ефективності транспортних процесів, удосконаленню методів

планування перевезень та розвитку нових підходів до оптимізації логістичних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lienkamp B., Schiffer M. Column generation for solving large scale multi-commodity flow problems for passenger transportation. *European Journal of Operational Research*. 2024. Vol. 314, Issue 2. P. 703-717.
2. Abdelati M.H. et al. Solving a multi-objective solid transportation problem: a comparative study. *Journal of Engineering and Applied Science*. 2023. Vol. 70, 82.
3. Fernández E., Ljubić I., Zerega N. The multi-commodity flow problem with outsourcing decisions // *Transportation Research Part B*. 2025. Vol. 201, 103333.
4. Crainic T.G. et al. A multi-commodity network flow model for sustainable city logistics. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, Issue 6. 2180
5. Slavych V. P., Biloushchenko D. Yu. Model of the transport problem in the case of cargo delivery by two different types of vehicles. *Науковий вісник ХДМА*. 2025. №31. С.178 –186.
6. Mathematical and information model of a special type of transport task as a tool for increasing the economic efficiency of freight transportation: ««Штучний інтелект як інструмент захисту економіки від дезінформації: інноваційні рішення та міжнародні практики»: колективна монографія / Славич В.П. та ін., 2025.
7. Славич В.П., Доброва К.Д. Модель та метод знаходження опорного та оптимальних планів модифікованої транспортної задачі у випадку групування постачальників вантажу. *Прикладні питання математичного моделювання*. 2020. № 1. С. 187–193.
8. Славич В.П., Єльник В.В. Оптимізація процесу доставки вантажу газопостачального підприємства. *Вісник ХНТУ*. 2023. № 2 (85). С. 84 – 89.

УДК 667.64:678.026

Віталій СОЦЕНКО,
PhD, доцент,
Владислав СТРЕЛЬЧЕНКО,
аспірант,
Петро ФОСТИК,
аспірант,
Херсонська державна морська академія, м. Херсон

НОВІТНІ ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ ДЛЯ ГАЗО- НАФТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Найбільш затребуваними на сьогодні є композити на основі пластифікованих епоксидних смол, до складу яких додають дрібнодисперсні наповнювачі. Подібні матеріали здатні забезпечити надійний захист від гідроабразивного руйнування та корозії, а також підвищену стійкість до кавітації й міцність при контакті з хімічно активними речовинами. У цьому аспекті велике значення має використання композитів, армованих скляними, вуглецевими або базальтовими тканинами, які демонструють незначну повзучість під тривалим навантаженням.

Дослідження [1, 2] показали, що вуглецеві тканини в епоксидних пластиках підвищують питому міцність і жорсткість, знижуючи повзучість як на повітрі, так і в агресивних умовах. Базальтові тканини створюють у композитах стійку до хімічних впливів сітку, сприяючи зменшенню залишкових напружень. Скляні тканини формують армуючий каркас, що перешкоджає зародженню й розвитку тріщин, запобігаючи втомі матеріалу при навантаженнях.

Композитні матеріали (КМ) формували на основі пластифікованої епоксидної матриці. З метою поліпшення реологічних і механічних властивостей КМ у епоксидний олігомер (100 %) необхідно уводити пластифікатор у вигляді ДЕГ-1 (12 %). Полімеризувати композицію слід твердником ПЕПА у кількості 12 %. Для покращення когезійних властивостей КМ у епоксидний зв'язувач необхідно уводити нанотрубки або мікродисперсні частки оксиду хрому. При цьому визначено оптимальний вміст даних добавок у матриці: 0,05 та 15 мас.% відповідно. Тому надалі досліджували механічні властивості армованих КМ на основі пластифікованої і наповненої за оптимального вмісту добавок епоксидної композиції.

У загальному виявлено значне покращення властивостей армованих композитів при модифікації епоксидного зв'язувача нанотрубками та оксидом хрому порівняно з базовою пластифікованою матрицею. Підтвердженням цього є те, що густина армованих КМ зростає від 1,7 г/см³ до 1,9 г/см³, що пов'язано з додатковим введенням наповнювачів у зв'язувач. Також встановлено підвищення показників твердості від 89 до 93 одиниць у модифікованих композитів. Особливо відзначимо суттєве підвищення показників ударної в'язкості: від 122 кДж/м² до 184 кДж/м², що відповідає зростанню на 50,8%.

Додатково виявлено підвищення показників когезійної міцності матеріалів на основі наповнених дисперсними частками армованих композитів. Зокрема, при застосуванні дисперсних порошків модуль пружності збільшується від 34 ГПа до 46 ГПа, що свідчить про підвищення жорсткості на

35,3%. Руйнівні напруження при згині збільшуються від 678 МПа до 842 МПа. Значення руйнівних напружень при розтягу збільшуються від 448 МПа до 507 МПа.

Поліпшення механічних властивостей композитів при введенні нанотрубок полягає в їх здатності створювати міцну тривимірну армуючу сітку всередині полімерної матриці, що значно підвищує міцність і жорсткість. У такому випадку нанотрубки ефективно перешкоджають розповсюдженню мікротріщин, виступаючи як «мости» між шарами армованого композиту, що особливо позитивно впливає на ударну в'язкість матеріалу. Позитивний вплив оксиду хрому як наповнювача полягає у підвищенні твердості полімерного матеріалу внаслідок його кращої адгезії до шарів тканин.

Відзначимо вищу ефективність впливу нанотрубок на механічні властивості армованих композитів порівняно з оксидом хрому. На наш погляд, це зумовлено їх великим співвідношенням довжини до діаметра та високими показниками міцності, що дозволяє створювати при полімеризації більш міцну структуру матриці, яка виконує функцію клеючого матеріалу. Оптимальне співвідношення усіх досліджуваних властивостей доводить перевагу використання нанотрубок для модифікації матриці при формуванні гібридних композитів, призначених для експлуатації в критичних умовах. Отже, введення нанотрубок в пластифіковану епоксидну матрицю є ефективним методом суттєвого підвищення механічних характеристик композитних матеріалів для водного транспорту.

Роботу виконано за фінансової підтримки гранту Національного фонду досліджень України («Підвищення надійності обладнання газо-нафтотранспортного комплексу шляхом впровадження алгоритмів діагностування їх технічного стану та застосування новітніх полімерних матеріалів». Реєстраційний номер проєкту 2025.07/0008).

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Kumar, R., Münstedt, H.: Silver ion release from antimicrobial polyamide/silver composites. *Biomaterials*. 2005. 26(14), 2081-2088.
- [2] Dastjerdi, R., Montazer, M.: A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: Focus on anti-microbial properties. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2010. 79 (1), 5-18.
- [3] Buketov A.V., Dyadyura K., Strelchenko V.Yu., Shulga Yu.M., Kulinich S.O., Hrebenyk L., Kindrachuk M.V. Sustainable Transport Reliability: Exploring the Creep of Eco-Friendly Polymer Nanocomposites. *Journal of nano- and electronic physics*. 2023. 15 (4). 04004

[4] Buketov A.V., Shulga Yu.M., Strelchenko V.Yu., Sotsenko V.V. Improving the thermophysical properties of polymer composites. *Funct. Mater.* 2024. 31 (4): 546-556.

[5] Johansen, K., Larsen, M., Andersen, P., Eide, S., Pedersen, T.: HybridProp: Advanced Composite Coatings for Marine Propellers Combining Bronze and Carbon/Glass-Epoxy Composites. *Journal of Marine Science and Engineering*, 2022. 10(4), 215-230.

УДК 667.64:678.026

Владислав ШАРАНОВ,
PhD,

*Дунайський інститут Національного університету
«Одеська морська академія», м. Ізмаїл,*

Олександр САПРОНОВ,
д.т.н., професор,

Херсонська державна морська академія, м. Херсон,
Денис ДАНИЛЕНКО,

*аспірант,
Херсонська державна морська академія, м. Херсон*

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-РЕМОНТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ І ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Сучасний об'єктів критичної інфраструктури, зокрема портової інфраструктури, гідротехнічних споруд, енергетичних та логістичних систем, водного транспорту вимагає впровадження нових підходів до їх відновлення. Умови функціонування таких об'єктів характеризуються комплексним впливом агресивних факторів: циклічні навантаження, соляна корозія, кавітаційні процеси, біообростання, температурні коливання. Встановлено, що традиційні покриття на основі акрилових та масляних зв'язувачів не забезпечують достатнього рівня довготривалої стійкості в умовах впливу зовнішніх факторів. Їх основними недоліками є низька когезійна міцність, недостатня адгезія до металевих субстратів, а також висока проникність для іонів хлору, що прискорює електрохімічну корозію. Тоді, як епоксидні полімерні системи є більш перспективними завдяки наявності реакційноздатних епоксидних, гідроксильних та ефірних груп. Ці функціональні фрагменти забезпечують

утворення щільної тривимірної сітки після полімеризації, що підвищує механічну міцність, хімічну стійкість і адгезію до металевих поверхонь [1].

Експериментально доведено, що введення нанодисперсних наповнювачів, зокрема фулерено-сажових структур, дозволяє суттєво змінювати фізико-механічні характеристики полімерної матриці. Такі нанодобавки здатні формувати додаткові енергетичні бар'єри для розвитку мікротріщин, підвищувати модуль пружності, ударну в'язкість та зносостійкість покриттів. Однак розроблення подібних матеріалів традиційними експериментальними методами є тривалим і економічно витратним процесом, оскільки потребує великої кількості випробувань та варіацій складу. У зв'язку з цим перспективним є застосування методів математичного моделювання та штучного інтелекту для прогнозування властивостей матеріалів ще на етапі проєктування.

Для реалізації наведених положень застосовано підхід машинного навчання на основі штучних нейронних мереж, що дозволяє прогнозувати експлуатаційно-ремонтні характеристики полімерних матеріалів, наповнених нанодисперсним наповнювачем. Такий підхід дозволяє встановлювати складні нелінійні залежності між рецептурними параметрами матеріалу та його механічними характеристиками.

Експериментальною базою дослідження слугували дані випробувань ударної в'язкості композитів, отриманих відповідно до стандарту ASTM D6110–18. У якості вхідного параметра моделі використовувався вміст нанонаповнювача, тоді як вихідною змінною виступала ударна в'язкість як інтегральний показник тріщиностійкості матеріалу. Для побудови моделі застосовано багатошаровий персептрон (MLP 1–19–1), який складається з одного вхідного шару, одного прихованого шару з 19 нейронами та одного вихідного шару. Така архітектура забезпечує достатню гнучкість для апроксимацію складних нелінійних залежностей без перенавчання моделі. У прихованому шарі використано тангенціальну функцію активації, яка забезпечує симетричне відображення даних та стабілізує процес градієнтного навчання. Вихідний шар реалізовано з логарифмічною функцією активації, що дозволяє коректно моделювати параметри з широким діапазоном значень та нелінійним розподілом.

Навчання нейронної мережі здійснювали за допомогою алгоритму Бройдена–Флетчера–Гольдфарба–Шанно (BFGS), який належить до класу квазініютонівських методів оптимізації. Його перевагою є висока швидкість збіжності та стійкість до складних поверхонь функції втрат. Як функцію втрат використано суму квадратів помилок (SOS), що забезпечує чутливість моделі до відхилень та є стандартом для регресійних задач у матеріалознавстві.

$$SOS = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Для оцінки якості моделі додатково використано середню абсолютну процентну похибку (MAPE), яка дозволяє нормалізовано оцінити точність прогнозу незалежно від масштабу даних. Аналіз результатів показав, що введення нанодисперсної фулерено-сажової суміші у кількості 0,075 мас.ч. забезпечує оптимальне поєднання міцності та тріщиностійкості полімерної матриці. При цьому досягається максимальне значення ударної в'язкості на рівні 15,2 кДж/м², що є критично важливим параметром для захисних покриттів, які працюють в умовах динамічних навантажень морського середовища.

З точки зору застосування у відновленні об'єктів критичної інфраструктури, такі матеріали можуть бути використані для ремонту та захисту металевих конструкцій портів, гідротехнічних споруд, корпусів суден, трубопроводів, навігаційних систем і сенсорних комплексів. Їх впровадження дозволяє суттєво підвищити ресурс експлуатації обладнання, зменшити частоту ремонтних робіт та мінімізувати ризики аварійних відмов.

Публікація містить результати досліджень, що фінансувалися у рамках іменної стипендії Верховної Ради України для молодих учених – докторів наук за 2025 рік (Постанова Верховної Ради України від 21 серпня 2025 року № 4583-IX).

ЛІТЕРАТУРА

[1] Makhmetova A.R., Negim El-Sayed, Ainakulova D.T., Yeligbayeva G., Khatib J.M. An Overview of Epoxy Resins as coating to protect metals from corrosion. Complex Use of Mineral Resources. 2024. 328(1), 20-32. DOI: 10.31643/2024/6445.03

[illegible]

Наукове видання

СИНЕРГІЯ НАУКИ І БІЗНЕСУ 2026

МАТЕРІАЛИ

III Міжнародної науково-практичної конференції
22–24 квітня 2026 року

У трьох томах
(українська, англійська мови)

ТОМ 2

Технічна редакція:
В. В. Павловська
О. О. Чепурова

Розробка обкладинки збірника:
В. М. Крижановський, доцент кафедри дизайну ХНТУ

Підписано до друку 17.06.2026. Формат 60×84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times. Цифровий друк.
Умовно-друк. арк. 36,15. Наклад 100. Замовлення № 0626-52.
Ціна договірна. Віддруковано з готового оригінал-макета.

Українсько-польське наукове видавництво «Liha-Pres»
79000, м. Львів, вул. Технічна, 1
87-100, м. Торунь, вул. Лубіцка, 44
Телефон: +38 (050) 658 08 23
E-mail: editor@liha-pres.eu
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6423 від 04.10.2018 р.