МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

ISSN 2520-2057 (print)
ISSN 2520-2065 (online)

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»

ІНТЕРНАУКА
Видавничий дім

№ 10(165)/2024

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»

Свідоцтво
про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ № 22444-12344ПР

Збірник наукових праць

№ 10 (165)

Київ 2024

ББК 1
УДК 001
М-43

Повний бібліографічний опис всіх статей Міжнародного наукового журналу «Інтернаука» представлено в: **Index Copernicus International (ICI)**; **Polish Scholarly Bibliography; ResearchBib; Turkish Education İndex; Наукова періодика України.**

Журнал зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та наукометричних базах даних: Index Copernicus International (ICI); Ulrichsweb Global Serials Directory; Google Scholar; Open Academic Journals Index; Research-Bib; Turkish Education İndex; Polish Scholarly Bibliography; Electronic Journals Library; Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky; InfoBase Index; Open J-Gate; Academic keys; Наукова періодика України; Bielefeld Academic Search Engine (BASE); CrossRef.

В журналі опубліковані наукові статті з актуальних проблем сучасної науки.

Матеріали публікуються мовою оригіналу в авторській редакції.

Редакція не завжди поділяє думки і погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

У відповідності із Законом України «Про авторське право і суміжні права», при використанні наукових ідей і матеріалів цієї збірки, посилання на авторів та видання є обов'язковими.

№ 10 (165) 2024 жовтень
МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»

ЗМІСТ

CONTENTS

ФІЛОЛОГІЧНІ НАУКИ

ЮРИДИЧНІ НАУКИ

ІНШЕ

УДК 005

Божко Надія Олександрівна
магістрант кафедри менеджменту та державної служби
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького
Bozhko Nadiia
Master's Student of the Department of Management and Civil Service
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

Заволокіна Євгенія Олександрівна
магістрант кафедри менеджменту та державної служби
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького
Zavolokina Yevheniia
Master's Student of the Department of Management and Civil Service
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10389

ВПЛИВ ЕКОНОМІЧНИХ РИЗИКІВ НА МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

THE IMPACT OF ECONOMIC RISKS ON QUALITY MANAGEMENT IN ENTERPRISES

Анотація. *Стаття досліджує економічні ризики в управлінні якістю, розглядаючи їх вплив на ефективність бізнес-процесів і конкурентоспроможність компаній. Описуються основні види ризиків, пов'язані з витратами на впровадження систем якості, невідповідністю стандартам і можливими втратами через збої в управлінні якістю продукції та послуг. Автори аналізують методи і підходи до управління цими ризиками, включаючи економічне обґрунтування систем контролю якості, інвестиції в навчання персоналу та вдосконалення процесів. Стаття може бути корисною для менеджерів і фахівців з якості при розробці стратегій мінімізації економічних ризиків і підвищення загальної ефективності підприємств.*
Ключові слова: *менеджмент якості, система менеджменту якості, конкурентоспроможність, ризики, економічні ризики.*

Summary. *The article explores economic risks in quality management, examining their impact on the efficiency of business processes and the competitiveness of companies. It describes the main types of risks associated with the costs of implementing quality systems, non-compliance with standards, and potential losses due to failures in managing the quality of products and services. The authors analyze methods and approaches for managing these risks, including the economic justification of quality control systems, investments in personnel training, and process improvements. The article may be useful for managers and quality professionals in developing strategies to minimize economic risks and enhance overall business efficiency.*
Key words: *quality management, quality management system, competitiveness, risks, economic risks.*

Постановка проблеми. Українська економіка значною мірою залежить від якості, яка є одним із ключових чинників для забезпечення національних інтересів. Підвищення якості продукції та послуг, а також їх конкурентоспроможності, сприяє зростанню обсягів виробництва та реалізації як на внутрішніх, так і на зовнішніх ринках, зміцнюючи позиції підприємств, галузей та промисловості загалом [1]. Одним із основних завдань для досягнення необхідного рівня якості є впровадження на підприємствах сучасної, процесно-орієнтованої системи управління якістю та інструментів для оцінки її ефективності й результативності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми функціонування системи управління якістю на підприємствах раніше були досліджені такими науковцями, як О. В. Козирєва [1], О. М. Гурман [2], Д. В. Литвак [3], О. В. Шереметинська [4], О. Кондратюк [5], Ю. Є. Тиркало [6], А. В. Переверзєва [7], В. Б. Васюта [8].

Метою статті є пояснити, як управління якістю продукції та процесів безпосередньо впливає

на зниження економічних ризиків і підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Виклад основного матеріалу. Однією з ключових характеристик підприємницької діяльності є здатність діяти в умовах підвищених ризиків і загроз для економічної безпеки. Це змушує підприємця приймати важливі рішення та ефективно керувати бізнесом у складних комерційних обставинах [5].

Система управління якістю забезпечує підприємствам підвищення конкурентоспроможності, ефективності та прибутковості за рахунок покращення якості продукції і послуг при мінімальних витратах. Управління якістю є комплексною функцією бізнес-процесів, спрямованою на поліпшення основних показників і зниження економічних ризиків. Впровадження сучасних систем управління якістю допомагає підприємствам досягати стратегічних і тактичних переваг, включаючи зростання продажів, вихід на нові ринки та зменшення витрат.

Система управління якістю — це набір бізнес-процесів, спрямованих на постійне задоволення потреб клієнтів і підвищення їхньої задоволеності, що дозволяє підприємствам досягати високих прибутків і міжнародної конкурентоспроможності при мінімальних витратах на виробництво та обслуговування. Це можливо за умов ефективного управління якістю на підприємстві.

Управління якістю можна розглядати як самостійну та комплексну управлінську функцію, враховуючи сучасні підходи до управління якістю. Основні цілі цієї концепції включають:

– підвищення конкурентоспроможності та ефективності підприємств і організацій через покращення якості продукції, а також основних, допоміжних і адміністративних процесів;
– зменшення економічних ризиків і зміцнення економічної стабільності підприємства або організації;.
– забезпечення систематичного контролю та вдосконалення показників якості;
– дотримання вимог охорони навколишнього середовища.

Дослідження показують, що багато організацій отримують прямі фінансові вигоди від впровадження системи управління якістю. Можна виокремити такі внутрішні, зовнішні та сигнальні переваги, які разом сприяють покращенню економічних показників:

– внутрішні вигоди: підвищення ефективності та продуктивності, зниження витрат тощо;
– зовнішні вигоди: ті, що впливають на прибуток, наприклад, збільшення продажів або вихід на нові ринки;
– сигнальні переваги: такі як вихід на нові ринки або збільшення частки ринку [2].

Таким чином, системи управління якістю здатні запобігати виникненню проблем і підвищувати ефективність на всіх етапах життєвого циклу продукції, забезпечуючи інструменти для виявлення недоліків до того, як вони спричинять дефекти чи невідповідності. Добре розроблена, правильно впроваджена та сертифікована система управління якістю приносить компанії численні стратегічні та тактичні переваги [2].

Економічні ризики можуть призвести до зниження якості і навпаки.

Ризик розглядається як процес, пов'язаний із подоланням невизначеності під час вибору, при якому можна кількісно та якісно оцінити ймовірність досягнення запланованого результату, можливі невдачі та відхилення від цілі. Це підтверджує, що ризик, з одного боку, може створювати можливості для вдосконалення та розвитку, а з іншого — загрожувати ефективності діяльності підприємства на міжнародному ринку [7].

Управління ризиками стає сучасним інструментом забезпечення стійкості в складній економічній ситуації, що дозволяє підприємству розвиватися, підвищувати конкурентоспроможність і зміцнювати економічну безпеку [5].

Основними факторами, які визначають рівень ризику підприємницької діяльності та значно впливають на її результати для більшості підприємців, є зовнішні чинники. Ці зовнішні чинники можна розділити на прямі та непрямі.

До прямих факторів належать: суперечливість законодавства; непередбачувані рішення органів державної влади; економічна нестабільність (наприклад, монетарної, податкової, зовнішньоекономічної політики); непередбачувані зміни на внутрішньому та міжнародному ринках; непередбачувані дії конкурентів; корупція, шахрайство; непередбачувані зміни у відносинах з партнерами.

До непрямих факторів належать: політична нестабільність; соціальна нестабільність; непередбачувані зміни в економічній ситуації регіону; непередбачувані зміни в бізнес-середовищі; несподівані зміни на міжнародній арені; природні катастрофи.

Ці чинники можуть прямо впливати на якість продукції компанії, адже вони чинять регресивний вплив на кожному етапі виробництва. Зовнішні ризики можуть створити неприйнятні умови співпраці між підприємством і його партнерами та постачальниками, що призведе до змін в умовах співпраці та, як наслідок, до зниження якості продукції.

Внутрішні чинники, що викликають економічні ризики, можна поділити на об'єктивні та суб'єктивні. До об'єктивних факторів належать: несподівані зміни у виробничому процесі (такі як вихід з ладу обладнання чи моральне старіння); розробка та впровадження нових технологій і методів організації праці; локальні стихійні лиха; неочікувані зміни у внутрішніх економічних відносинах; брак бізнес-інформації на підприємстві; відсутність відділу маркетингу; фінансові труднощі, а також відсутність мотиваційних механізмів.

До суб'єктивних факторів належать: низька кваліфікація менеджерів та працівників; некомпетентність управлінських і інших адміністративних служб; невиконання умов контрактів з боку керівництва підприємства; відсутність готовності персоналу до ризику; помилки у прийнятті рішень; помилки в реалізації ризикованих рішень; а також смерть чи хвороба ключового фахівця.

Звичайно, врахувати всі фактори ризику неможливо, але цілком реально виділити ключові фактори, виходячи з наслідків їх впливу на конкретні види підприємницької діяльності. Таким чином, якість роботи і продукції неможливо підтримувати без впливу як економічних, так і інших ризиків, які є наслідком нестабільних економічних умов функціонування підприємств.

Основною перевагою управління якістю є підвищення рівня задоволеності споживачів. Впровадивши систему управління якістю, компанії можуть гарантувати, що їхні продукти та послуги відповідають очікуванням і вимогам клієнтів. Це призводить до утримання наявних клієнтів і залучення нових, що позитивно впливає на прибуток компанії [3].

Крім того, управління якістю допомагає компаніям виявляти та вирішувати проблеми, пов'язані з якістю їхньої продукції та послуг, що призводить до економії коштів та підвищення ефективності виробництва. Покращуючи якість продукції і послуг, компанії можуть зайняти сильнішу позицію на ринку, забезпечити конкурентну перевагу на зовнішніх ринках і вигідно конкурувати з іншими компаніями [3].

Для досягнення високої ефективності господарської діяльності підприємствам важливо не лише намагатися уникати ризикових ситуацій (оскільки це не завжди можливо), але й навчитися всебічно оцінювати ризики, щоб запобігти їх реалізації. Такий підхід дасть змогу підприємствам швидко приймати обґрунтовані управлінські рішення та адаптуватися до умов невизначеності, зумовлених зовнішніми та внутрішніми чинниками [6].

Щоб зменшити ризик втрати якості у виробництві, необхідно знижувати економічні ризики та їхні можливі наслідки. З цією метою проводиться регулярна аналітична робота і впроваджується процес оцінювання ризиків. Процес оцінювання ризиків — це порівняння запропонованих варіантів рішень з урахуванням можливих вигод і втрат.

Вихідними даними для оцінювання ризиків є наступні:

– інформація у формі кількісних оцінок для кожної з запропонованих альтернатив, отримана в процесі аналізу ризиків;
– економічні та інші дані щодо витрат і очікуваних ризиків, пов'язаних з реалізацією кожної альтернативи.

Безризикова зона — це область, в якій збитки малоймовірні, що відповідає нульовим або від'ємним втратам. У цій зоні не очікується жодних втрат, що означає, що економічний результат діяльності є позитивним. Це свідчить про те, що на цьому етапі можна підтримувати якість виробництва без додаткових зусиль.

Зона толерантності до ризику — це область, де очікувані втрати не перевищують очікувані прибутки, що робить діяльність підприємства економічно обґрунтованою. У цій зоні можна підтримувати необхідний рівень якості виробництва без додаткових зусиль або інвестицій.

Зона критичного ризику — це область, у якій втрати можуть перевищити очікувані доходи (суму витрат і прибутку). Цій зоні притаманний такий ризик: якщо збитки будуть суттєвими, всі ресурси, вкладені в бізнес, можуть зазнати незворотних втрат. У цьому випадку підприємець ризикує не лише не отримати дохід, але й зазнати прямих збитків, еквівалентних усім витратам. Це сфера, де продукція підприємства значно відрізняється від норми, встановленої за стандартами ISO, в аспекті якості виробництва та його підготовчих стадій.

Процес оцінювання ризиків у системі управління якістю є необхідним етапом, якого компанії повинні дотримуватися, впроваджуючи ризик-орієнтований підхід до управління якістю. Цей процес, новий для систем управління якістю (СУЯ), є постійним і циклічним:

1) встановлення бажаних результатів для елементів системи управління якістю, яких підприємство має досягти для реалізації загальних цілей СУЯ;
2) виявлення та аналіз чинників і ситуацій, що можуть стати на заваді досягненню конкретних цілей у сфері якості, а також оцінювання значущості їх впливу;
3) формулювання і реалізація політик та процедур, спрямованих на усунення або зменшення ризиків до прийнятного рівня;
4) збір інформації, що свідчить про потребу в доповненні або змінах цілей у сфері якості, ризиків і заходів реагування.

У сучасних умовах вітчизняні підприємства змушені вести свою діяльність в умовах постійної невизначеності та нестабільності економічного середовища. Війна в Україні та запроваджений воєнний стан ще більше підсилюють цю невизначеність і високі ризики [8]. Тому управління ризиками стає критично важливим для підприємств, оскільки воно дозволяє мінімізувати негативний вплив у разі їх реалізації.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Економічні ризики та управління якістю тісно пов'язані в сучасному бізнесі. Ефективне управління якістю може знизити рівень економічного ризику, що виникає через неякісну продукцію, невідповідність стандартам і незадоволеність споживачів. З іншого боку, погане управління якістю може призвести до збільшення ризиків, таких як збитки від відкликання продукції, штрафи, втрата

репутації та втрата позицій на ринку. Управління якістю допомагає мінімізувати витрати на виправлення помилок і забезпечує стабільність і стійкість бізнесу на конкурентному ринку. Впроваджуючи систему управління якістю, компанії краще можуть передбачати і управляти економічними ризиками, тим самим забезпечуючи довгострокову ефективність і конкурентоспроможність компанії. Таким чином, управління якістю є важливим інструментом зниження рівня економічних ризиків і забезпечення сталого розвитку організації.

Слід зазначити, що основною метою впровадження системи управління якістю на підприємстві є не отримання сертифікату відповідності міжнародному стандарту [4]. А побудова інструменту управління для підвищення конкурентоспроможності підприємства, забезпечення його сталого розвитку та зниження ризиків.

Література

1. Козирєва О. В., Євтушенко В. А., Світлична К. С., Абдулаєв М. Організаційне забезпечення побудови процесно-орієнтованої системи менеджменту якості на підприємстві. *Economic Synergy*. № 4. P. 104–117. doi: https://doi.org/10.53920/ES-2022-4-8.

2. Гурман О. М., Степанюк В. О. Переваги впровадження системи менеджменту якості. *Modern methods for the development of science: proceedings of the Ist International Scientific and Practical Conference*. (January 09–11). Haifa, Israel, 2023. 388 с.

3. Литвак Д. В., Шмагельська М. О. Інтеграція концепцій сталого розвитку та менеджменту якості підприємства. Сучасна освіта та наука в глобальному і національному вимірах: виклики, загрози та ефективні рішення. *Міжнародна науково-практична конференція: збірник тез.* (24 квітня 2024 рік). Вінниця, 2024. С. 280.

4. Шереметинська О. В., Захарченко А. А. Формування системи якості підприємства. *Приазовський економічний вісник*. 2021. Вип. 1(24).

5. Кондратюк О., Стояненко І. Економічні ризики підприємства: постковідна трансформація. *Scientia fructuosa*. 2021. № 4. С. 4–18.

6. Тиркало Ю. Є. Господарські ризики, економічні ризики та підприємницькі ризики: економічна сутність і співвідношення понять у теорії та законодавстві України. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки».* 2022. № 3.

7. Переверзєва А. В., Лазнева І. О. Аналіз економічних ризиків діяльності фірми на міжнародному ринку. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Економічні науки».* 2021. 2–1 (103). С. 87–90.

8. Васюта В. Б, Гузь Д. Ю. Ризик-менеджмент у підприємництві. *Modern science: innovations and prospects: proceedings of the 15th International scientific and practical conference*. Stockholm: SSPG Publish, 2022. P. 477–481.

References

1. Kozyrieva O. V., Yevtushenko V. A., Svitlychna K. S., Abdulaiev M. Orhanizatsiine zabezpechennia pobudovy protsesno-oriientovanoi systemy menedzhmentu yakosti na pidpryiemstvi. *Economic Synergy*. № 4. P. 104–117. doi: https://doi.org/10.53920/ES-2022-4-8 [in Ukrainian].

2. Hurman O. M., Stepaniuk V. O. Perevahy vprovadzhennia systemy menedzhmentu yakosti. *Modern methods for the development of science: proceedings of the Ist International Scientific and Practical Conference.* (January 09–11). Haifa, Israel, 2023. 388 s. [in Ukrainian].

3. Lytvak D. V., Shmahelska M. O. Intehratsiia kontseptsii staloho rozvytku ta menedzhmentu yakosti pidpryiemstva. *Suchasna osvita ta nauka v hlobalnomu i natsionalnomu vymirakh: vyklyky, zahrozy ta efektyvni rishennia. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia: zbirnyk tez.* (24 kvitnia 2024 rik). Vinnytsia, 2024. S. 280. [in Ukrainian].

4. Sheremetynska O. V., Zakharchenko A. A. Formuvannia systemy yakosti pidpryiemstva. *Pryazovskyi ekonomichnyi visnyk*. 2021. Vyp. 1(24) [in Ukrainian].

5. Kondratiuk O., Stoianenko I. Ekonomichni ryzyky pidpryiemstva: postkovidna transformatsiia. *Scientia fructuosa*. 2021. № 4. S. 4–18 [in Ukrainian].

6. Tyrkalo Yu. Ye. Hospodarski ryzyky, ekonomichni ryzyky ta pidpryiemnytski ryzyky: ekonomichna sutnist i spivvidnoshennia poniat u teorii ta zakonodavstvi Ukrainy. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal "Internauka". Seriia: "Ekonomichni nauky".* 2022. № 3 [in Ukrainian].

7. Pereverzieva A. V., Lazneva I. O. Analiz ekonomichnykh ryzykiv diialnosti firmy na mizhnarodnomu rynku. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriia "Ekonomichni nauky".* 2021. 2–1 (103). S. 87–90 [in Ukrainian].

8. Vasiuta V. B, Huz D. Yu. Ryzyk-menedzhment u pidpryiemnytstvi. *Modern science: innovations and prospects: proceedings of the 15th International scientific and practical conference.* Stockholm: SSPG Publish, 2022. P. 477–481.

УДК 338.1

Геращенко Микита Євгенійович
магістр
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Herashchenko Mykyta
Student of the
National Technical University of Ukraine
"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
ORCID: 0009-0007-8229-2586

Тульчинська Світлана Олександрівна
доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри економіки та підприємництва
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Tulchynska Svitlana
Doctor of Economics, Professor,
Head of the Department of Economics and Entrepreneurship
National Technical University of Ukraine
"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
ORCID: 0000-0002-1409-3848

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10355

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ

MODERN TOOLS FOR FORMING AN ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGY TO ENSURE PROFITABILITY

Анотація. *Вступ. В умовах швидкоплинних змін глобальної економіки та загострення конкуренції компаніям необхідно розробляти ефективні стратегії розвитку для забезпечення своєї прибутковості та стабільності. Сучасні підприємства все частіше звертаються до нових інструментів стратегічного управління, які дозволяють не тільки швидко адаптуватися до змін, але й передбачати їх. Основним завданням постає питання вибору ефективних інструментів, які здатні найбільш результативно сприяти формуванню стратегії розвитку компанії та забезпеченню її довгострокової прибутковості.*

Мета. Метою цього дослідження є систематизація сучасних інструментів стратегічного менеджменту, що сприяють формуванню ефективних стратегій розвитку підприємства з акцентом на підвищення його прибутковості.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження слугували наукові праці сучасних вітчизняних та зарубіжних дослідників, що присвячені питанням стратегічного управління, інноваційних технологій та їхньої ролі у розвитку підприємств. Використані методи аналізу включали порівняльний аналіз сучасних інструментів стратегічного управління, а також методи синтезу, групування та узагальнення.

Результати. Дослідження продемонструвало, що сучасні інструменти стратегічного управління відіграють ключову роль у формуванні стратегії розвитку підприємств. Інноваційні підходи, такі як побудова цифрових двійників підприємств, допомагають прогнозувати наслідки прийняття тих чи інших стратегічних рішень, що зменшує ризики помилкових інвестицій, краще розуміти своїх клієнтів, аналізувати їхні потреби і формувати довгострокові відносини, що сприяє збільшенню продажів і підвищенню прибутковості.

Перспективи. У подальших дослідженнях важливо зосередити увагу на інтеграції цифрових технологій у стратегічне планування, це дозволить підприємствам швидко адаптуватися до змін і підтримувати стабільну прибутковість, незважаючи на динамічні зміни ринкових умов.

Ключові слова: *стратегія розвитку підприємства, прибутковість, стратегічне планування, інноваційні технології, аналітичні дані, стратегічне управління.*

Summary. *Introduction. Amidst rapidly changing global economic conditions and intensifying competition, companies need to develop effective development strategies to ensure their profitability and stability. Modern enterprises are increasingly turning to new strategic management tools that allow them not only to adapt quickly to changes but also to anticipate them. The main task is to choose the most effective tools that can most effectively contribute to the formation of a company's development strategy and ensure its long-term profitability.*

Purpose. The purpose of this study is the systematization of modern strategic management tools that contribute to the formation of effective strategies for the development of the enterprise with an emphasis on increasing its profitability.

Materials and methods. Scientific works of modern domestic and foreign researchers devoted to issues of strategic management, innovative technologies and their role in the development of enterprises served as the research material. The used analysis methods included a comparative analysis of modern strategic management tools, as well as methods of synthesis, grouping and generalization.

Results. The study demonstrated that modern strategic management tools play a key role in the formation of enterprise development strategies. Innovative approaches, such as the construction of digital doubles of enterprises, help predict the consequences of making certain strategic decisions, which reduces the risks of erroneous investments, better understand your customers, analyze their needs and form long-term relationships, which contributes to increased sales and increased profitability.

Discussion. In further research, it is important to focus on the integration of digital technologies into strategic planning, which will allow enterprises to quickly adapt to changes and maintain stable profitability despite dynamic changes in market conditions.

Key words: *enterprise development strategy, profitability, strategic planning, innovative technologies, analytical data, strategic management.*

Постановка проблеми. В умовах швидкоплинних змін на глобальному рівні економіки та дедалі жорсткішої ринкової конкуренції компаніям необхідно сформулювати ефективні стратегії розвитку, щоб забезпечити свою прибутковість і сталість. Традиційні методи стратегічного планування часто не підходять для адаптації до нових викликів, таких як технологічні інновації, зміни в уподобаннях споживачів і коливання ринку. Тому виникає потреба у використанні сучасних інструментів стратегічного управління, які дозволяють бізнесу не лише реагувати на зміни, а й передбачати їх, мінімізувати ризики та максимізувати можливості. Питання полягає в тому, як визначити та впровадити інструменти, які можуть найбільш ефективно сприяти формуванню стратегії розвитку компанії для забезпечення її довгострокової прибутковості.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематика формування стратегій розвитку підприємства з метою забезпечення прибутковості є предметом численних досліджень у сфері менеджменту, економіки та стратегічного управління. Особливої уваги заслуговує дослідження впливу цифрових технологій, аналітичних систем та інноваційних підходів на розвиток суб'єктів господарювання. Багато науковців розглядають питання адаптації бізнес-стратегій до умов ринку, зокрема: є О. Заяц В. Кукарцев, Є. Шуткіна, К. Моісеєва, Л. Корпачова, Т. Кірєєв [2], М. Ткаченко та інші. Слід зазначити, що незважаючи на значну кількість публікацій, присвячених інструментарію формування стратегії розвитку підприємства задля забезпечення його прибутковості, питання інтеграції новітніх цифрових технологій у процес планування в компанії є недостатньо висвітленим. В реаліях сьогодення, дослідження даного аспекту є вкрай актуальним для підвищення прибутковості вітчизняних підприємств у швидкозмінних ринкових умовах, які потребують впровадження інноваційних підходів у стратегічне управління.

Формування цілей статі. Метою роботи є систематизація сучасних інструментів стратегічного менеджменту, які допомагають формувати ефективні стратегії розвитку для забезпечення прибутковості підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження практичних основ застосування сучасних інструментів стратегічного управління показує, що сьогодні, успішні підприємства різних галузей активно використовують інноваційні технології та аналітичні дані для формування своїх стратегій. Інтеграція новітніх технологій у процес формування стратегії розвитку підприємства значно підвищує точність прогнозування та допомагає уникнути помилок, які можуть призвести до фінансових втрат.

Одним з інструментом, який значно підвищує ефективність процесу стратегічного планування на підприємстві, є штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання. Дані технології сприяють автоматизації процесів аналізу та прийняття рішень, що дозволяє підприємствам швидко адаптуватися до змін на ринку. Наприклад, ШІ може використовуватися для побудови моделей попиту, прогнозування продажів, оптимізації логістичних ланцюгів або розробки нових продуктів і послуг на основі аналізу ринкових трендів. Завдяки використанню машинного навчання компанії отримують можливість безперервно

вдосконалювати свої бізнес-моделі, підлаштовуючи їх під поточні потреби ринку.

Важливим інструментом стратегічного управління також є блокчейн-технології, які забезпечують прозорість і надійність бізнес-процесів, особливо в питаннях управління ланцюгами постачання. Блокчейн дозволяє відслідковувати кожен етап виробництва та постачання, що підвищує рівень довіри з боку клієнтів та партнерів, а також зменшує ризики шахрайства чи помилок у процесі обробки даних [1].

Варто зауважити, що стратегія розвитку підприємства повинна базуватись на поєднанні класичних методів стратегічного планування з новітніми технологічними підходами. Такий симбіоз дозволяє підприємствам підвищувати свою гнучкість і адаптивність до змін зовнішнього середовища. Ключовими тенденціями у формуванні сучасних стратегій є використання комплексних інструментів, які враховують як внутрішні ресурси підприємства, так і динаміку зовнішнього середовища.

Прибутковість підприємства є ключовим показником його фінансового успіху та стійкості на ринку. Важливим фактором підвищення прибутковості є оптимізація собівартості продукції та контроль витрат. Ефективне управління витратами, такими як витрати на сировину, енергоресурси, виробництво та логістику, дозволяє підприємству мінімізувати витрати та збільшити маржинальність. Технологічні інновації дозволяють підприємствам створювати

Таблиця 1

Сучасні інструменти формування стратегії розвитку підприємства

Інструмент	Мета	Властивості	Ефективність
Big Data та аналітика даних	Збір та аналіз великих масивів даних	Обробка структурованих та неструктурованих даних, виявлення трендів	Прогнозування ринкових змін, оптимізація операцій
Штучний інтелект та машинне навчання	Автоматизація прийняття рішень	Самонавчальні алгоритми, аналіз великих масивів даних у реальному часі	Підвищення точності прогнозів, зменшення людських помилок
Цифрові двійники	Моделювання сценаріїв розвитку	Створення віртуальної моделі підприємства чи процесу для тестування стратегічних рішень	Оцінка різних стратегій, зниження ризиків
Хмарні технології	Оптимізація управління бізнес-процесами	Доступ до даних у будь-який час і місце, масштабованість, інтеграція з іншими системами	Підвищення гнучкості та зменшення витрат на IT-інфраструктуру
CRM-системи	Управління взаєминами з клієнтами	Збір, зберігання та аналіз даних про клієнтів, автоматизація процесів продажів та маркетингу	Підвищення лояльності клієнтів, збільшення повторних продажів
Блокчейн-технології	Забезпечення прозорості та безпеки ланцюгів постачання	Децентралізовані реєстри, незмінність записів, автоматизація контрактів (смарт-контракти)	Зниження шахрайства, підвищення довіри серед партнерів і клієнтів
Інструмент VRIO-аналізу	Оцінка ресурсів підприємства на предмет їх конкуренто-спроможності та стійкої переваги	Враховує цінність, рідкість, неможливість імітації та організацію ресурсів	Сприяє створенню конкурентної переваги за рахунок ідентифікації стратегічно важливих ресурсів
Модель п'яти сил Портера	Аналіз конкурентного середовища для визначення рівня конкуренції в галузі	Враховує силу постачальників, покупців, загрозу замінників, загрозу нових гравців та конкуренцію серед існуючих	Дає змогу оцінити ринкові ризики та побудувати стратегії для мінімізації конкурентного тиску
Модель 7S МакКінсі	Узгодження семи ключових елементів організації для підвищення ефективності	Оцінює стратегію, структуру, системи, стиль, навички, персонал та спільні цінності	Підтримує гармонізацію бізнес-процесів, сприяє організаційним змінам і покращенню продуктивності
Матриця Ансоффа	Визначення стратегій росту через проникнення на ринок, розвиток продукту, ринку та диверсифікацію	Фокусується на виборі напрямів росту в залежності від продукту та ринку	Допомагає обрати найефективнішу стратегію росту, враховуючи ризики та можливості
Полотно бізнес-моделі	Візуалізація бізнес-моделі підприємства для ефективного стратегічного планування	Включає ключових партнерів, ресурси, діяльність, цінні пропозиції, канали, відносини з клієнтами, сегменти ринку, структуру витрат та джерела доходів	Спрощує процес розробки бізнес-моделі, дозволяє швидко адаптуватися до змін та оцінити рентабельність

Джерело: систематизовано автором на підставі [1; 2 с. 252–255; 3; 5; 6]

нові продукти або покращувати існуючі, що сприяє підвищенню їхньої конкурентоспроможності. Ефективне управління активами та капіталом також є важливою складовою прибутковості. Важливу роль тут відіграє автоматизація виробничих процесів, яка допомагає скоротити неефективні витрати і підвищити продуктивність. Компанії, які впроваджують стратегії оптимізації витрат, отримують можливість зменшувати операційні витрати та збільшувати прибуток без значних змін у продуктивності або якості.

Окрім цього, важливим є врахування не лише фінансових показників, але й таких факторів, як репутація бренду, задоволеність клієнтів та інноваційна діяльність, що мають значний вплив на довгострокову прибутковість підприємства. Основні сучасні інструменти, які підприємства використовують для формування стратегії свого розвитку задля забезпечення прибутковості систематизовано у табл. 1.

Ефективне використання цих методів дозволяє підприємствам не лише покращити поточні бізнес-процеси, але й забезпечити стійкий розвиток у довгостроковій перспективі. Вибір відповідного інструменту залежить від специфіки галузі, цілей підприємства та ринкових умов, що підкреслює важливість інтегрованого підходу до стратегічного управління.

Комплексний підхід до формування стратегії розвитку компанії дозволяє ефективно реагувати на виклики ринкового середовища та забезпечити прибутковість у довгостроковій перспективі. Після вибору найбільш підходящої стратегії розробляється детальний план її виконання. На кожній стадії впровадження стратегії оцінюється її ефективність для внесення необхідних коригувань.

Ще одним аспектом, який прямо впливає на прибутковість, є збільшення обсягів продажів. Окрім цього, компаніям важливо розширювати асортимент продукції, виходити на нові ринки та пропонувати унікальні продукти, що підвищує привабливість компанії в очах споживачів. Ціноутворення також є критичним елементом для підвищення прибутковості. Компанії повинні розробляти стратегії, що враховують ринкову ситуацію, собівартість продукції та платоспроможність споживачів. Баланс між доступною ціною і прибутковістю дозволяє утримувати конкурентну перевагу та максимізувати дохід. Отже, грамотне використання інструментів допомагає підприємствам знайти оптимальну точку для максимізації доходів. Впровадження інновацій та інвестиції в розвиток є ключовими драйверами підвищення прибутковості. Підприємства повинні максимально ефективно використовувати свої активи, скорочуючи час оборотності оборотних коштів та підвищуючи фондовіддачу основних засобів. Раціональне управління фінансами, включаючи інвестиції та роботу з позиковими коштами, дозволяє знизити витрати на обслуговування боргу і підвищити рентабельність підприємства.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Традиційні методи стратегічного планування вже не відповідають вимогам часу через стрімкий розвиток технологій, зміну споживчих уподобань і нестабільність ринкових умов. У зв'язку з цим виникає потреба у використанні сучасних інструментів стратегічного управління. Ключовим фактором успішного стратегічного управління є здатність підприємств комбінувати класичні методи з інноваційними підходами, що забезпечує гнучкість та адаптивність до змін зовнішнього середовища. Прибутковість підприємства є результатом комплексного підходу до управління витратами, інвестиціями та інноваціями. Підсумовуючи, використання сучасних інструментів формування стратегії розвитку підприємства є важливою умовою забезпечення його прибутковості та конкурентоспроможності на ринку. Вони дозволяють глибше аналізувати ринок, прогнозувати майбутні тренди, автоматизувати процеси управління та підвищувати ефективність прийняття рішень, що сприяє успішному розвитку підприємства в умовах сучасної економіки.

Література

1. 26 Best Strategy Tools For Your Organization in 2024. *Cascade*. URL: https://www.cascade.app/blog/best-strategy-tools (дата звернення: 25.09.2024).

2. Kukartsev V., Shutkina E., Moiseeva K., Korpacheva L., Kireev T. Methods and Tools for Developing an Organization Development Strategy. *2022 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS)*. Toronto, ON, Canada. 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/361443358_Methods_and_Tools_for_Developing_an_Organization_Development_Strategy (дата звернення: 27.09.2024).

3. Заяц О. Теоретичні основи формування діджитал стратегії в умовах VUCA-світу. *Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА» Вінницького торговельноекономічного інституту ДТЕУ.* Вінниця : Редакційно-видавничий відділ ВТЕІ ДТЕУ, 2022. Вип. 143. С. 251–256.

4. Ткаченко М. Інструменти формування стратегії сталого розвитку підприємства на основі диверсифікації. *Інноваційний розвиток та безпека підприємств в умовах неоіндустріального суспільства: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* (27 жовт. 2020 р.). Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2020. С. 731–733.

5. Тульчинська С. О., Скоробогатий О. І. Основні фактори та чинники впливу на прибутковість підприємства. Ефективна економіка. 2018. Вип. 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6646 (дата звернення: 20.09.2024).

6. Тульчинська С. О., Солосіч О. С. Актуальні проблеми підвищення прибутковості комунальних підприємств як фактору економічної безпеки. Агросвіт. 2019. № 22. С. 54–59.

References

1. 26 Best Strategy Tools For Your Organization in 2024. *Cascade*. URL: https://www.cascade.app/blog/best-strategy-tools.

2. Kukartsev V., Shutkina E., Moiseeva K., Korpacheva L., Kireev T.. (2022). Methods and Tools for Developing an Organization Development Strategy. *2022 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS)*. Toronto, ON, Canada. URL: https://www.researchgate.net/publication/361443358_Methods_and_Tools_for_Developing_an_Organization_Development_Strategy.

2. Zaiats O. (2022). Teoretychni osnovy formuvannia didzhytal stratehii v umovakh VUCA-svitu [Theoretical foundations of digital strategy formation in the conditions of the VUCA world]. *Visnyk studentskoho naukovoho tovarystva "VATRA" Vinnytskoho torhovelnoekonomichnoho instytutu DTEU.* Vol. 143. pp. 251–256 [in Ukrainian].

4. Tkachenko M. (2020). Instrumenty formuvannia stratehii staloho rozvytku pidpryiemstva na osnovi dyversyfikatsii [Tools for forming a strategy for the sustainable development of an enterprise based on diversification]. *Innovatsiinyi rozvytok ta bezpeka pidpryiemstv v umovakh neoindustrialnoho suspilstva: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* pp. 731–733 [in Ukrainian].

5. Tulchynska S. O., Skorobohatyi O. I. (2018). Osnovni faktory ta chynnyky vplyvu na prybutkovist pidpryiemstva [The main factors and factors affecting the profitability of the enterprise]. *Efektyvna ekonomika*. Vol. 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6646 [in Ukrainian].

6. Tulchynska S. O., Solosich O. S. (2019). Aktualni problemy pidvyshchennia prybutkovosti komunalnykh pidpryiemstv yak faktoru ekonomichnoi bezpeky [Actual problems of increasing the profitability of communal enterprises as a factor of economic security]. *Ahrosvit.* Vol. 22. pp. 54–59 [in Ukrainian].

УДК 005

Приходько Людмила Сергіївна
здобувач вищої освіти кафедри менеджменту та державної служби
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького
Prykhodko Liudmyla
Graduate of the Department of Management and Civil Service
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

Білоус Світлана Петрівна
доктор економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та державної служби
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Bilous Svitlana
Doctor of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Management and Civil Service
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10395

УПРАВЛІННЯ КОМУНІКАЦІЙНОЮ ПОЛІТИКОЮ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ ДЛЯ ПОТРЕБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО КАДРОВОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЦІЛЕЙ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ

MANAGEMENT OF THE BUSINESS ENTITY'S COMMUNICATION POLICY TO ENSURE ITS PERSONNEL SECURITY AND STRATEGIC DEVELOPMENT GOALS

Анотація. *Вступ. Управління комунікаційною політикою підприємства є ключовим елементом сучасного бізнесу, що забезпечує ефективну взаємодію з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами, є основою інформаційного обміну у системі управління кадровою безпекою суб'єкта господарювання. В умовах жорсткої конкуренції та динамічного розвитку ринку комунікаційна політика стає важливим інструментом для формування позитивного іміджу, підвищення лояльності клієнтів та підтримки репутації компанії. Вона охоплює як маркетингові, так і корпоративні комунікації, використовуючи різноманітні канали передачі інформації. Успішне управління комунікаційними процесами дозволяє підприємствам не лише адаптуватися до змін зовнішнього середовища, але й активно впливати на формування громадської думки, що стає вирішальним фактором у досягненні стратегічних цілей.*

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням питання управління комунікаційною політикою підприємства займалися такі вчені та науковці: Войнаренко С. М. досліджував комунікативна політику підприємств у сучасних умовах [1], Лук'янець Т.І. досліджував маркетингову політику комунікацій [2], Міронова Ю. В., Кагляк О. О., Пітик О. В. досліджували науково-теоретичні основи досліджень маркетингових комунікаційних процесів на підприємстві [3], Петруня Ю. Є., Петруня В. Ю. досліджували менеджмент [4], Новикова Н. В., Черненко С. В. досліджували організацію інтегрованих маркетингових комунікацій [5], Осовська Г. В., Осовський О. А. досліджували ефективність маркетингових комунікацій у системі управління діяльністю підприємства [6], Павленко І. Г. досліджував комунікаційну політику як елемент системи маркетингу підприємства у процесах сучасного комунікаційного суспільства [7], Писаревський І. М., Александрова С. А. досліджували професійно-комунікативну компетентність (в туризмі) [8].

Метою статті є дослідження особливостей управління комунікаційною політикою підприємства як складової забезпечення його кадрової безпеки, визначення її основних функцій, методів та інструментів, а також аналіз впливу ефективної комунікаційної стратегії на досягнення стратегічних бізнес-цілей суб'єкта господаювання.

Ключові слова: *комунікації, комунікаційна політика, кадрова безпека, управління кадровою безпекою, управління комунікаційною політикою, внутрішня комунікація, стратегічний розвиток.*

Summary. *Introduction. Management of the company's communication policy is a key element of modern business, which ensures effective interaction with internal and external stakeholders, is the basis of information exchange in the personnel security management system of the business entity. In the conditions of tough competition and dynamic market development, communication policy becomes an important tool for forming a positive image, increasing customer loyalty and maintaining the company's reputation. It covers both marketing and corporate communications, using various channels of information transmission. Successful management of communication processes allows enterprises not only to adapt to changes in the external environment, but also to actively influence the formation of public opinion, which becomes a decisive factor in achieving strategic goals.*

Analysis of recent research and publications. The following scientists and researchers were engaged in the study of the management of the company's communication policy: S. M. Voynarenko. studied the communicative policy of enterprises in modern conditions [1], Lukyanets T. I. studied the marketing policy of communications [2], Yu. V. Mironova, O. O. Kaglyak, O. V. Pityk. researched the scientific and theoretical foundations of marketing communication processes at the enterprise [3], Petrunya Yu.E., Petrunya V. Yu. studied management [4], Novikova N. V., Chernenko S. V. studied the organization of integrated marketing communications [5], Osovsky G. V., Osovsky O. A. studied the effectiveness of marketing communications in the enterprise activity management system [6], Pavlenko I. H. studied communication policy as an element of the enterprise marketing system in the processes of modern communication society [7], I. M. Pisarevskyi, S. A. Aleksandrova investigated professional and communicative competence (in tourism) [8].

The purpose of the article is to study the peculiarities of the management of the company's communication policy as a component of ensuring its personnel security, to determine its main functions, methods and tools, as well as to analyze the impact of an effective communication strategy on the achievement of the strategic business goals of the business entity.

Key words: *communications, communication policy, personnel security, personnel security management, communication policy management, internal communication, strategic development.*

Виклад основного матеріалу. Комунікаційна політика підприємства — це система заходів і стратегій, спрямованих на формування, підтримку та управління інформаційними потоками між підприємством і його стейкхолдерами, включаючи клієнтів, партнерів, співробітників і широке коло зовнішніх зацікавлених осіб.

Визначення поняття «комунікаційна політика підприємства» в наукових джерелах може відрізнятися в залежності від підходів дослідників. Наприклад, Войнаренко С.М. визначає комунікаційну політику підприємства як «сукупність засобів і методів, які використовуються для забезпечення інформаційного обміну між підприємством і його стейкхолдерами з метою впливу на поведінку цільових груп і досягнення стратегічних цілей компанії» [1]. Пітик О.В. трактує комунікаційну політику як «організовану діяльність підприємства, спрямовану на формування ефективної системи внутрішніх і зовнішніх комунікацій, що забезпечує узгодженість дій і сприяє досягненню основних бізнес-цілей» [3]. Новикова Н.В. описує комунікаційну політику підприємства як «комплекс заходів, спрямованих на побудову взаємовигідних і довгострокових відносин із цільовими групами шляхом ефективного обміну інформацією, використовуючи засоби масової інформації, рекламу, PR, та інші маркетингові комунікації» [5]. Александрова С.А. зазначає, що комунікаційна політика підприємства — «це систематичний процес управління інформаційними потоками, який охоплює як внутрішні, так і зовнішні комунікації для забезпечення стабільного функціонування організації, розвитку її бренду та зміцнення репутації на ринку» [8]. Осовський О.А. пропонує розуміти комунікаційну політику як «інтеграцію усіх форм і каналів комунікації, які підприємство використовує для досягнення впізнаваності, формування корпоративної культури та підтримки репутації» [6]. Існують підходи, згідно яких комунікаційна політика суб'єкта господарювання — це сукупність каналів трансляції інформації, яка опосередковує перебіг усіх бізнес-процесів і калібрує зв'язки між працівниками, а відтак, формує інформаційне підґрунтя для забезпечення кадрової безпеки підприємства. Комунікаційна політика є частиною стратегії розвитку організації, оскільки транслює її місію, цінності, стратегічні орієнтири для розуміння усіма категоріями стейкхоледрів.

Проаналізовані визначення відображають різноманітність підходів до трактування поняття комунікаційної політики підприємства, але загалом підкреслюють її важливість як інструмента стратегічного управління, спрямованого на взаємодію з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами.

Основною метою комунікаційної політики є забезпечення позитивного сприйняття підприємства на ринку, підвищення впізнаваності бренду, лояльності аудиторії, а також підтримка корпоративної репутації. Вона включає як внутрішні, так і зовнішні комунікації, що охоплюють різні форми взаємодії — від реклами та PR до корпоративних повідомлень і соціальних медіа.

Метою комунікаційної політики є досягнення ефективної взаємодії між об'єктами комунікації (підприємствами, брендами, управлінцями та їх підлеглими) і суб'єктами комунікаційного простору — чітко описати методи, способи та правила комунікації та не допустити ненадійної та неповної комунікації відповідати цілям і завданням політики комунікаційного каналу [4], оскільки фейковість та

Рис. 1. Завдання комунікаційної політики
Джерело: складено автором на основі [2]

неправдива інформація є суттєвими загрозами для стану кадрової та фінансово-економічної безпеки суб'єкта господарювання.

Завдання комунікаційної політики суб'єкта господарювання представлені на рис. 1.

Комунікаційна політика підприємства виконує кілька важливих функцій, які допомагають досягати стратегічних та оперативних цілей суб'єкта господарювання. Основні функції комунікаційної політики підприємства розглянемо в таблиці 1.

Кожна із цих функцій спрямована на забезпечення гармонійної взаємодії підприємства з його внутрішнім та зовнішнім середовищем, що є важливою складовою успіху та підтримання стану

Таблиця 1

Основні функції комунікаційної політики підприємства

Функції	Характеристика
Інформативна функція	Забезпечує передачу важливої інформації стейкхолдерам (співробітникам, клієнтам, партнерам, громадськості) про діяльність, продукти, послуги, нововведення підприємства.
Регулятивна функція	Сприяє організації та координації комунікаційних процесів, визначаючи правила і стандарти взаємодії між різними підрозділами підприємства, а також з зовнішніми аудиторіями.
Мотиваційна функція	Стимулює співробітників до досягнення корпоративних цілей, підвищує їхню зацікавленість і залученість через комунікаційні заходи (внутрішні повідомлення, корпоративна культура, мотиваційні програми).
Репутаційна функція	Формує і підтримує позитивний імідж і репутацію підприємства, будуючи довіру та підвищуючи лояльність серед клієнтів, партнерів та інших стейкхолдерів.
Адаптаційна функція	Допомагає підприємству адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі, коригуючи комунікаційну стратегію відповідно до нових викликів, трендів чи кризових ситуацій.
Контрольна функція	Дає можливість контролювати ефективність комунікацій, оцінюючи результати впливу на цільові аудиторії та вчасно коригуючи стратегії, якщо це необхідно.
Захисна функція	Підтримання стану кадрової безпеки на засадах вільного обміну достовірною інформацією
Стратегічна функція	Надання стейкхолдерам інформації про пріоритети розвитку, місії та цінності підприємства.

Джерело: складено автором на основі [2; 4]

фінансово-економічної безпеки у стратегічній перспективі.

Особливості управління комунікаційною політикою підприємства визначаються специфікою його діяльності, ринковим середовищем, аудиторією, а також сучасними тенденціями у сфері комунікацій.

Сучасне управління комунікаційною політикою підприємства передбачає інтеграцію всіх каналів та інструментів комунікації. Це означає, що всі повідомлення, які підприємство надсилає внутрішнім і зовнішнім аудиторіям, мають бути узгодженими та послідовними. Інтеграція дозволяє забезпечити цілісність бренду, уникати суперечностей і плутанини в інформаційних процесах [5].

Важливою особливістю комунаційної політики є орієнтація на потреби різних сегментів аудиторії. Кожна цільова група (споживачі, партнери, інвестори, співробітники) має свої очікування та потреби в інформації, тому підприємство повинно адаптувати комунікаційні стратегії відповідно до цих особливостей. Наприклад, реклама для споживачів буде відрізнятися від інформації, яку отримують партнери чи інвестори, у тому числі і рівнем розкриття даних, що є важливим аспектом підтримання стану безпеки організації.

Використання різних каналів передачі даних — важлива особливість сучасної комунікаційної політики. Підприємства застосовують як традиційні канали (телебачення, радіо, друковані видання), так і цифрові платформи (соціальні мережі, вебсайти, блоги, електронна пошта). Така багатоканальність дозволяє максимально охоплювати різні групи аудиторії та забезпечувати зручність у сприйнятті інформації [7].

Оперативність у комунікаціях є критично важливою, особливо в умовах кризових ситуацій чи змін на ринку. Управління комунікаційною політикою має бути гнучким, щоб швидко адаптуватися до зовнішніх викликів та ефективно реагувати на зміну ринкових умов, суспільні тенденції або репутаційні та кадрові ризики [2].

Завдяки сучасним технологіям, компанії все частіше використовують персоналізовані підходи до комунікацій. Це означає, що повідомлення можуть бути адаптовані для конкретної особи або сегмента аудиторії на основі їхніх потреб, поведінки або попередніх взаємодій з компанією (через CRM-системи, аналіз даних тощо). Персоналізація підвищує ефективність комунікацій та лояльність клієнтів, сприяє ефективному управлінню кадровою безпекою компанії. Основою управління комунікаційною політикою є орієнтація на клієнта. Всі комунікаційні процеси повинні враховувати бажання, потреби і досвід клієнтів, оскільки це сприяє підвищенню рівня задоволеності і формуванню довгострокових взаємовідносин [8].

Управління комунікаційною політикою повинно базуватися на довгостроковій стратегії, яка передбачає чітке бачення майбутніх цілей підприємства. Комунікаційні заходи мають бути спрямовані не тільки на короткострокові результати (наприклад, збільшення продажів), але й на розвиток бренду, формування репутації та лояльності серед аудиторії на довготривалу перспективу [7].

Важливим аспектом є постійний моніторинг і аналіз ефективності комунікаційної політики. Підприємства повинні збирати дані про те, як сприймається їхня комунікація аудиторією, які канали працюють краще, а які менш дієві. Це дозволяє вносити корективи в стратегію і покращувати її ефективність. Сучасні компанії повинні будувати свою комунікаційну політику на принципах прозорості та відкритості. Це особливо важливо в умовах глобалізації та розвитку соціальних мереж, де інформація поширюється дуже швидко, а аудиторії очікують від компаній чесності та відкритої комунікації. Недотримання цих принципів може призвести до втрати довіри і репутаційних збитків [8], погано відобразитись на рівні економічної безпеки суб'єкта господарювання.

Важливою особливістю сучасного безпеко орієнтованого менеджменту є налагоджена культура комунікацій всередині підприємства. Внутрішні комунікації мають бути чітко організовані, щоб кожен співробітник розумів цілі та завдання компанії, був залученим у процес і мав доступ до необхідної інформації. Це сприяє підвищенню ефективності роботи та гармонійній співпраці між підрозділами [1] і є основою кадрової безпеки суб'єкта господарювання.

Таким чином, управління комунікаційною політикою підприємства — це комплексний процес, який вимагає стратегічного підходу, постійної адаптації до зовнішніх і внутрішніх умов, а також орієнтації на сучасні тенденції та технології і врахування існуючих ризиків, у першу чергу — кадрових.

Методи управління комунікаційною політикою підприємства включають різноманітні інструменти та підходи, які забезпечують ефективну комунікацію з різними аудиторіями [4]. Систематизуємо основі методи управління комунікаційною політикою підприємства в таблиці 2.

Запропоновані методи можуть бути адаптовані до потреб стратегічного розвитку та забезпечення кадрової безпеки в залежності від потреб підприємства та специфіки його діяльності, що дозволяє формувати гнучку і ефективну безпеку орієнтовану комунікаційну політику.

Ефективне управління підприємством можливе лише за умови прямого зв'язку між суб'єктом управління та об'єктом, тобто за умови обміну інформацією. Зворотний зв'язок (фідбек) надає інформацію про стан об'єкта, його реакцію на управлінські рішення, формує основу для прийняття коригувальних рішень. За допомогою інформації, отриманої по каналах зворотного зв'язку, суб'єкт управління завжди може зрозуміти керовані об'єкти. На основі цієї інформації агент управління протистоїть тенденції

Таблиця 2

Основні методи управління комунікаційною політикою підприємства

Методи	Характеристика
1. Методи особистих комунікацій	
Ділові зустрічі та переговори	безпосереднє спілкування з партнерами, клієнтами або співробітниками для вирішення бізнес-питань або розвитку співпраці.
Презентації та конференції	забезпечують можливість представити підприємство, його продукти або послуги широкій аудиторії.
Особисті консультації	надання індивідуальної інформаційної підтримки або консультацій з метою підвищення обізнаності аудиторії.
2. Методи масової комунікації	
Реклама	використовує мас-медіа (телебачення, радіо, друковані видання, інтернет) для широкого інформування аудиторії про продукти чи послуги підприємства.
Public Relations (PR)	забезпечення сприятливого ставлення до підприємства через формування позитивного іміджу і репутації. Використовуються публікації в ЗМІ, прес-конференції, соціальні акції.
Прямий маркетинг	комунікація з клієнтами через електронну пошту, SMS-розсилки, соціальні мережі та інші засоби для персоніфікованого контакту.
3. Інтерактивні методи комунікації	
Соціальні мережі та онлайн-платформи	ефективні для двостороннього зв'язку з клієнтами, зокрема через коментарі, обговорення, чат-боти та відповіді на відгуки.
Форуми, блоги, вебінари	дозволяють встановлювати діалог з аудиторією, ділитися експертними знаннями та отримувати зворотний зв'язок.
Корпоративний вебсайт	слугує основним інформаційним ресурсом підприємства, де розміщується актуальна інформація про діяльність, продукти, послуги та новини компанії.
4. Внутрішні комунікації	
Внутрішні інформаційні бюлетені	періодичні повідомлення для співробітників про ключові події в компанії, стратегічні плани, досягнення.
Корпоративна культура	заходи, спрямовані на формування спільних цінностей і норм серед співробітників, що сприяє гармонійному внутрішньому середовищу.
Тренінги та семінари	навчання персоналу, яке допомагає підвищити професійні навички та вдосконалити комунікаційні процеси в середині підприємства.
5. Методи кризового управління	
Антикризові комунікації	швидке та прозоре реагування на негативні події або кризові ситуації для мінімізації репутаційних втрат.
Підготовка до криз	розробка планів реагування на можливі репутаційні або операційні кризи, навчання співробітників та керівництва правильній поведінці під час кризових ситуацій.
6. Соціально відповідальні комунікації	
КСВ (Корпоративна соціальна відповідальність)	комунікація з громадськістю щодо соціальних та екологічних проектів підприємства для підвищення позитивного іміджу компанії.
Благодійні акції та участь у соціальних ініціативах:	створюють позитивний соціальний резонанс і зміцнюють взаємовідносини підприємства з суспільством.

Джерело: складено автором на основі [5; 7]

структурного руйнування і приймає нові рішення, коригуючи раніше прийняті, щоб об'єкт продовжував функціонувати в напрямку, який гарантує досягнення поставлених перед ним сратегічних цілей.

Сучасний бізнес повинен використовувати всі інструменти комунікаційної політики для підтримки спілкування зі споживачами, посередниками та контактними аудиторіями. Тому необхідно зазначити, що одним із першочергових напрямів підвищення ефективності управління комунікаційною політикою є розробка відповідної маркетингової комунікаційної стратегії. Важливо також зазначити, що в сучасних умовах розвитку цифрової економіки існує інформаційне перевантаження (велика кількість пристроїв і «місць зберігання інформації») та технічні обмеження (автономність програмних додатків, відсутність інтеграції численних програмних додатків). Формуються нові вимоги до технічних компонентів: з точки зору підприємства (безпека, надійність, доступність, масштабованість), і з точки зору користувача (швидкість, гнучкість, зручні інтерфейси, доступність) [2].

Тому виникає необхідність використання сучасних уніфікованих комунікацій, де взаємодія не буде залежати від операційної системи (Microsoft, Linux,

Mac). Але інколи низький рівень цифрової грамотності, брак управлінського досвіду та фахівців і інші кадрові ризики стають на заваді організаційному розвитку сучасних соціально-економічних систем, і необхідно не лише вирішувати ці проблеми, а й формувати нові шляхи розвитку безпеко орієнтованої комунікаційної політики. Підвищення рівня цифрової грамотності персоналу компаній допоможе в ефективному використанні цифрових комунікацій. Тому необхідно зазначити, що комунікаційна політика вимагає нових способів організації корпоративного спілкування. Вітчизняні суб'єкти господарювання, незалежно від форми власності, розміру та напряму діяльності, повинні постійно працювати над удосконаленням основних напрямків комунікаційної політики, у тому числі слід регулярно розробляти заходи регулювання потоку інформації, застосовуючи науково обґрунтовані принципи комунікаційної політики (принципи послідовності, зважування та обліку змін у корпоративних бюджетах та інших витратах) [4]. Важливим стратегічним напрямком є налагодження комунікаційної складової роботи з людьми, надання працівникам можливості вільно, а при необхідності анонімно висловлювати свою думку та надавати пропозиції. Підсумовуючи, варто зазначити, що всі інструменти комунікаційної політики мають бути використані для того, щоб система зворотного зв'язку на підприємствах в умовах поширення цифрової економіки функціонувала активно та без обмежень.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Управління комунікаційною політикою є важливим інструментом для досягнення стратегічних цілей підприємства, зокрема підвищення впізнаваності бренду, зміцнення репутації, формування довіри серед стейкхолдерів та підтримання високого рівня кадрової безпеки. Ефективна комунікація сприяє гармонійному розвитку відносин з клієнтами, партнерами, інвесторами та працівниками. У сучасних умовах особливого значення набуває інтеграція всіх каналів комунікації та використання багатоканальних стратегій. Традиційні та цифрові канали повинні працювати узгоджено, забезпечуючи послідовність і єдність інформації, що передається різним аудиторіям. Комунікаційна політика підприємства повинна бути гнучкою та здатною швидко адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі. Кризи, зміни на ринку, нові технології — усе це вимагає оперативної корекції комунікаційних стратегій, що дозволяє зберігати репутацію та підтримувати конкурентні переваги.

Внутрішня комунікація є не менш важливою складовою комунікаційної політики та обов'язковим елементом процесу управління кадровою безпекою суб'єкта господарювання. Налагоджені внутрішні процеси комунікації та інформаційного обміну сприяють підвищенню залученості працівників, покращенню корпоративної культури та досягненню бізнес-цілей через спільну роботу всієї команди. Управління комунікаційною політикою є багатовимірним процесом, який потребує стратегічного підходу, гнучкості та здатності використовувати сучасні технології для підтримки ефективної взаємодії з різними аудиторіями. Правильно побудована комунікаційна стратегія може стати важливою конкурентною перевагою для підприємства та основою його фінансово-економічної безпеки в умовах розвитку інформаційної економіки.

Література

1. Войнаренко С.М. Комунікативна політика підприємств у сучасних умовах. *Вісник Хмельницького національного університету.* 2011. Т. 2, № 6. С. 51–54.

2. Лук'янець Т.І. Маркетингова політика комунікацій : навч. пос. К. : КНЕУ, 2010. 524 с.

3. Міронова Ю.В., Кагляк О.О., Пітик О.В. Науково-теоретичні основи дослідження маркетингових комунікаційних процесів на підприємстві. *Вісник Хмельницького національного університету.* Економічні науки. 2016. № 1. С. 207–214.

4. Новикова Н.В., Черненко С.В. Організація інтегрованих маркетингових комунікацій. *Економіка. Менеджмент. Бізнес: збірник наукових праць.* 2022. № 1(9). С. 130.

5. Осовська Г.В., Осовський О.А. Ефективність маркетингових комунікацій у системі управління діяльністю підприємства. *Агросвіт.* 2012. № 22. С. 12–17.

6. Петруня Ю.Є., Петруня В.Ю. Менеджмент. Практикум : навч. посібник. Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2020. 104 с.

7. Павленко І.Г. Комунікаційна політика як елемент системи маркетингу підприємства у процесах сучасного комунікаційного суспільства. *Академічний огляд.* 2013. № 1 (38). С. 109–113.

8. Писаревський І.М., Александрова С.А. Професійно-комунікативна компетентність (в туризмі): підручник. Х. : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. 175 с.

9. Прокопенко І.Ф., Євдокимов В.І. Педагогічні технології : навч. посібник. Харків : Колегіум, 2005.

10. Пуцентейло П.Р. Економіка і організація туристично-готельного підприємництва: навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2007.

11. Сагер Л. Ю. Аналіз теоретичних основ внутрішніх комунікацій як необхідної умови ефективного управління підприємством. URL: http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2011_1_128_136.pdf (дата звернення: 01.10.2024).

12. Сагер Л. Ю. Науково-методичні аспекти управління комунікаціями на промисловому підприємстві. URL: http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2012_4_66_73.pdf (дата звернення: 01.10.2024).

13. Слободянюк А. В., Андрущенко Н. О. Психологія управління та конфліктологія : навчальний посібник для практичних та семінарських занять. Вінниця : ВНТУ, 2010.

14. Тихомирова Є. Б., Постоловський С. Р. Конфліктологія та теорія переговорів : підручник. Рівне : Перспектива, 2007.

15. Шпак Н. О. Основи комунікаційного менеджменту промислових підприємств : монографія. Львів : Львівська політехніка, 2011.

References

1. Voinarenko S. M. Komunikatyvna polityka pidpryiemstv u suchasnykh umovakh. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu.* 2011. T.2, № 6. S. 51–54 [in Ukrainian].

2. Lukianets T. I. Marketynhova polityka komunikatsii: navch. pos. K.: KNEU, 2010. 524 s. [in Ukrainian].

3. Mironova Yu.V., Kahliak O. O., Pityk O. V. Naukovo-teoretychni osnovy doslidzhennia marketynhovykh komunikatsiinykh protsesiv na pidpryiemstvi. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky.* 2016. № 1. S. 207–214 [in Ukrainian].

4. Novykova N. V., Chernenko S. V. Orhanizatsiia intehrovanykh marketynhovykh komunikatsii. *Ekonomika. Menedzhment. Biznes: zbirnyk naukovykh prats.* 2022. № 1(9). S. 130 [in Ukrainian].

5. Osovska H. V., Osovskyi O. A. Efektyvnist marketynhovykh komunikatsii u systemi upravlinnia diialnistiu pidpryiemstva. *Ahrosvit.* 2012. № 22. S. 12–17 [in Ukrainian].

6. Petrunia Yu.Ie., Petrunia V. Iu. Menedzhment. Praktykum: navch. posibnyk. Dnipro: Universytet mytnoi spravy ta finansiv, 2020. 104 s. [in Ukrainian].

7. Pavlenko I. H. Komunikatsiina polityka yak element systemy marketynhu pidpryiemstva u protsesakh suchasnoho komunikatsiinoho suspilstva. *Akademichnyi ohliad.* 2013. № 1 (38). S. 109–113 [in Ukrainian].

8. Pysarevskyi I. M., Aleksandrova S. A. Profesiino-komunikatyvna kompetentnist (v turyzmi): pidruchnyk. Kh.: KhNUMH im. O. M. Beketova, 2017. 175 s. [in Ukrainian].

9. Prokopenko I. F., Yevdokymov V. I. Pedahohichni tekhnolohii: navch. posibnyk. Kharkiv: Kolehium, 2005. [in Ukrainian].

10. Putsenteilo P. R. Ekonomika i orhanizatsiia turystychno-hotelnoho pidpryiemnytstva: navch. posibnyk. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 2007 [in Ukrainian].

11. Saher L. Yu. Analiz teoretychnykh osnov vnutrishnikh komunikatsii yak neobkhidnoi umovy efektyvnoho upravlinnia pidpryiemstvom. URL: http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2011_1_128_136.pdf [in Ukrainian].

12. Saher L. Yu. Naukovo-metodychni aspekty upravlinnia komunikatsiiamy na promyslovomu pidpryiemstvi. URL: http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2012_4_66_73.pdf [in Ukrainian]..

13. Slobodianiuk A. V., Andrushchenko N. O. Psykholohiia upravlinnia ta konfliktolohiia: navchalnyi posibnyk dlia praktychnykh ta seminarskykh zaniat. Vinnytsia: VNTU, 2010 [in Ukrainian].

14. Tykhomyrova Ye. B., Postolovskyi S. R. Konfliktolohiia ta teoriia perehovoriv: pidruchnyk. Rivne: Perspektyva, 2007 [in Ukrainian].

15. Shpak N. O. Osnovy komunikatsiinoho menedzhmentu promyslovykh pidpryiemstv: monohrafiia. Lviv: Lvivska politekhnika, 2011 [in Ukrainian].

УДК 005.52:656.13(477)

Радіванович Владислав Олександрович
здобувач ОС «магістр» ОП «Глобальний маркетинг»
кафедри світової економіки
Державного торговельно-економічного університету
Radivanovych Vladyslav
Magister of "Global Marketing" EP
Department of World Economy
State University of Trade and Economics
ORCID: 0009-0009-3084-6991

Ладиченко Катерина Іллівна
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри світової економіки
Державний торговельно-економічний університет
Ladychenko Kateryna
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of World Economy
State University of Trade and Economics
ORCID: 0000-0002-6598-8473

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10341

АНАЛІЗ РУХОМОГО ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

ANALYSIS OF THE VEHICLE FLEET IN UKRAINE

Анотація. *Вступ. Військові дії значно вплинули на доступність автомобілів для вітчизняних споживачів, включаючи ускладнення імпорту нових і вживаних автомобілів. Вони також значно змінили динаміку та структуру ринку автомобільних комплектуючих. Оцінити зміни у структурі та кількості автомобілів, що перебувають у використанні, з урахуванням впливу окупації Криму, вторгнення Росії на сході України та повномасштабних військових дій у 2022 році, доволі складно, оскільки доступ до перевіреної інформації про рухомий парк на окупованих територіях обмежений. Визначити виклики та можливості, що постали перед українським автомобільним сектором у зв'язку з війною, є необхідним для встановлення трендів у споживчих звичках, оцінки попиту на сервісне обслуговування автомобілів та розробка адаптивних стратегій компаній, що працюють на ринку.*

Мета. Метою статті є аналіз впливу геополітичних подій на рухомий автопарк України у період з 2014 по 2023 рр., оцінка тенденцій та прогнозування подальшого розвитку автомобільного ринку.

Матеріали і методи. Для досягнення цілей, поставлених у статті, було застосовано комплекс методів, включаючи аналіз та синтез (для формулювання теоретичних основ і практичних рекомендацій), порівняльний та економічний аналіз (для розрахунків автопарку), а також графічний метод (для створення таблиць та ілюстрацій).

Результати. У статті досліджено склад та структуру рухомого парку легкових та комерційних автомобілів в Україні за 2014–2023 рр. Автор висвітлює проблему скорочення автомобільного парку України через бойові дії та окупацію, аналізує вплив геополітичних подій на рухомий автопарк України, дає оцінку тенденцій на автомобільному ринку. Визначено проблеми розвитку рухомого парку автомобілів України.

Перспективи. Наукова робота має на меті створити ґрунтовну основу для подальших наукових розробок у цій сфері та допомогти учасникам ринку розробити ефективні стратегії для адаптації до викликів, пов'язаних із сучасною економічною та політичною ситуацією. У подальших дослідженнях пропонуємо уточнити методику обліку рухомого складу легкових та комерційних автомобілів для прогнозування ринку автомобільних комплектуючих.

Ключові слова: *легкові автомобілі, комерційні автомобілі, рухомий склад, ринок автомобільних перевезень, ринок комплектуючих автомобільного транспорту.*

Summary. *Introduction. War has significantly affected the availability of cars for domestic consumers, including the difficulty of importing new and used cars. It has also significantly changed the dynamics and structure of the automotive component market. Assessing changes in the structure and number of cars in use, taking into account the impact of the annexation of Crimea, the invasion of Russia in eastern Ukraine, and the full-scale invasion in 2022, is quite difficult since access to verified information about the vehicle amount in the occupied territories is limited. Determining the challenges and opportunities faced by the Ukrainian automotive sector in connection with the war is necessary for establishing trends in consumer habits, assessing the demand for car servicing, and developing adaptive strategies for companies operating in the market.*

Purpose. The purpose of the article is to analyze the impact of geopolitical events on the registered vehicle number in Ukraine from 2014 to 2023, to assess trends and forecast the further development of the automobile market.

Materials and methods. To solve the problems posed in the article, a set of methods was used, namely, analysis and synthesis (for substantiation of theoretical provisions and practical recommendations), comparative and economic analysis (when calculating the rolling stock of cars), graphic analysis (for the construction of figures).

Results. The article examines the composition and structure of the fleet of passenger and commercial vehicles in Ukraine for 2014–2023. The author highlights the problem of reducing the car fleet of Ukraine due to war and occupation, analyzes the impact of geopolitical events on vehicle number in Ukraine, and assesses trends in the car market. The problems of the development of the car fleet in Ukraine have been identified.

Discussion. The scientific work aims to create a sound basis for further scientific developments in this area and to help market participants develop effective strategies for adapting to the challenges associated with the current economic and political situation. In further studies, we propose to clarify the methodology of accounting for the number of passenger and commercial vehicles for forecasting the market of automotive components.

Key words: *passenger cars, commercial cars, vehicles park, automobile transportation market, market of automobile transport components.*

Постановка проблеми. Події останнього десятиліття, зокрема окупація Криму, створення ДНР та ЛНР у 2014 р., а також повномасштабне вторгнення Росії у 2022 р., значно вплинули на рухомий парк легкових та комерційних автомобілів в Україні. Частина транспорту залишилася на окупованих територіях, через що власники втратили доступ до своїх автомобілів. Інші автомобілі були вивезені за кордон для забезпечення безпеки власників та збереження майна. Крім того, значна частина автопарку була пошкоджена або знищена під час бойових дій та окупації. Ці фактори ускладнюють точний підрахунок наявного автопарку країни, що робить подальше дослідження його стану та впливу на ринок автомобільних комплектуючих особливо актуальним. Дослідження дозволяє глибше зрозуміти зміни, які відбулися в автомобільній інфраструктурі, та формувати стратегії компаній, що працюють на автомобільному ринку для подолання наслідків таких змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на те, що рухомий парк легкових та комерційних автомобілів в Україні є основою для прогнозування діяльності багатьох гравців на ринку як автомобільних перевезень, так й автомобільних комплектуючих, кількість досліджень, присвячених його фактичному розміру та структурі, залишається обмеженою. Більшість таких робіт є оглядовими або аналізують діяльність окремих виробників чи дилерів. Серед науковців і автомобільних експертів, які досліджують розвиток рухомого парку, варто відзначити Ю. Р. Маньківського та О. Ф. Томчука [1], Г. М. Коломієць та В. В. Глушенка [2], О. Онищука, С. Бучацького, О. Новицького [3], О. Чепіжка, А. Суворкіну, О. Ковача [4], В. Обуха [5] та інших. Так, Ю. Р. Маньківський та О. Ф. Томчук провели аналітичне дослідження ринку нових і вживаних автомобілів в Україні та світі, виявили основні тенденції та фактори, що впливають на розвиток ринку. Г. М. Коломієць та В. В. Глушенко оцінили ефективність протекціоністської політики в автомобілебудуванні України та запропонували шляхи покращення державного регулювання. О. Онищук, С. Бучацький, О. Новицький вивчали податкове навантаження на імпорт вживаних транспортних засобів, зокрема легкових автомобілів, і прогнозували стан вторинного ринку в Україні. О. Чепіжко, А. Суворкіна та О. Ковач досліджували продажі вживаних легкових автомобілів і виробництво транспорту в Україні з 2012 по 2021 рр., порівнювали автопарк України з країнами ЄС. Обух В. аналізував імпорт вживаних автомобілів первинних і вторинних реєстрацій в Україні.

В науковому полі не вистачає досліджень, які б враховували вплив сучасних геополітичних чинників на автомобільний ринок і перспектив розвитку сектору в умовах триваючої нестабільності. **Метою статті** є аналіз впливу геополітичних подій на рухомий автопарк України у період з 2014 по 2023 рік, оцінка тенденцій на автомобільному ринку та прогнозування подальшого розвитку сектору. Предметом дослідження виступають зміни в структурі, кількості та технічному стані цього автопарку, які виникли внаслідок геополітичних подій, зокрема окупації Криму, конфлікту на сході України та повномасштабного вторгнення Росії в 2022 році.

Виклад основного матеріалу. До 2014 р. Державна автомобільна інспекція Міністерства внутрішніх справ України (ДАІ) володіла базою даних, що містила детальну інформацію про всі офіційно

зареєстровані автомобілі. Завдяки цій базі ДАІ мала можливість вести контроль за автомобілями, їхніми власниками та технічним станом, а також всі зацікавлені учасники автомобільного ринку (автодилери, імпортери запасних частин, СТО) мали можливість придбати базу даних та аналізувати парк у своїх бізнес цілях. Однак, останні достовірні дані в цій базі відносяться до січня 2015 року, оскільки ДАІ було ліквідовано. Тобто чисельність рухомого парку зафіксовано до того, як почалися події, що радикально змінили автомобільний пейзаж країни.

З врахуванням вищеописаного контексту, важливо провести аналіз поточного стану рухомого парку автомобілів, наявних даних з продажів нових автомобілів, імпорту вживаних авто тощо. Це дозволить краще зрозуміти вплив подій, які почалися у 2014 р., на автопарк України та виявити основні тенденції розвитку автомобільного сектору в умовах геополітичної нестабільності та конфліктів. Додатковий аналіз даних з вимушеної міграції населення може дозволити зробити цікаві висновки щодо складної ситуації з автопарком в Україні, розуміння параметрів якого є основою ринка автомобільних комплектуючих.

В АР Крим на 1 січня 2015 р. було зареєстровано 404,9 тис. автомобілів, в Луганській області 415,6 тис. автомобілів, в Донецький області 831,4 тис. автомобілів — другий показник після міста Києва (рис. 1). Загалом на цих територіях було зареєстровано 1 млн. 652 тис. автомобілів. Точних даних по кількості автомобілів, які виїхали на територію України немає, так як власники не перереєстровували авто, тому що того не вимагали державні органи.

Нами була сформульована гіпотеза, щодо подальшої динаміки парку легкових та комерційних автомобілів в Україні:

Кількість автомобілів, що залишились в ЛНР та ДНР. Враховуючи загальну кількість населення Донецької та Луганської областей станом на 1 січня 2015 р. (4297 тис. осіб та 2220 тис. осіб) отримаємо, що на кожного мешканця областей припадало 0,19 автомобілів відповідно. Кількість вимушено переміщених осіб з цих областей за 2014–2023 рр. становить 533,3 тис. осіб та 270,9 тис. осіб відповідно, що становить 12,1% та 12,2%. Отже мінімум 12% рухомого парку було переміщено на підконтрольну територію. Однак частина населення не отримувала статус ВПО, частина виїхала до країн поза межами України. Й саме ці категорії переміщувались дуже часто за допомогою автомобілів. Можна припустити, що половина всіх автомобілів, що була зареєстрована на територіях Донецької та Луганської областей залишилась в окупованих територіях, бо власники не могли або не бажали перевозити авто на контрольовані Україною території.

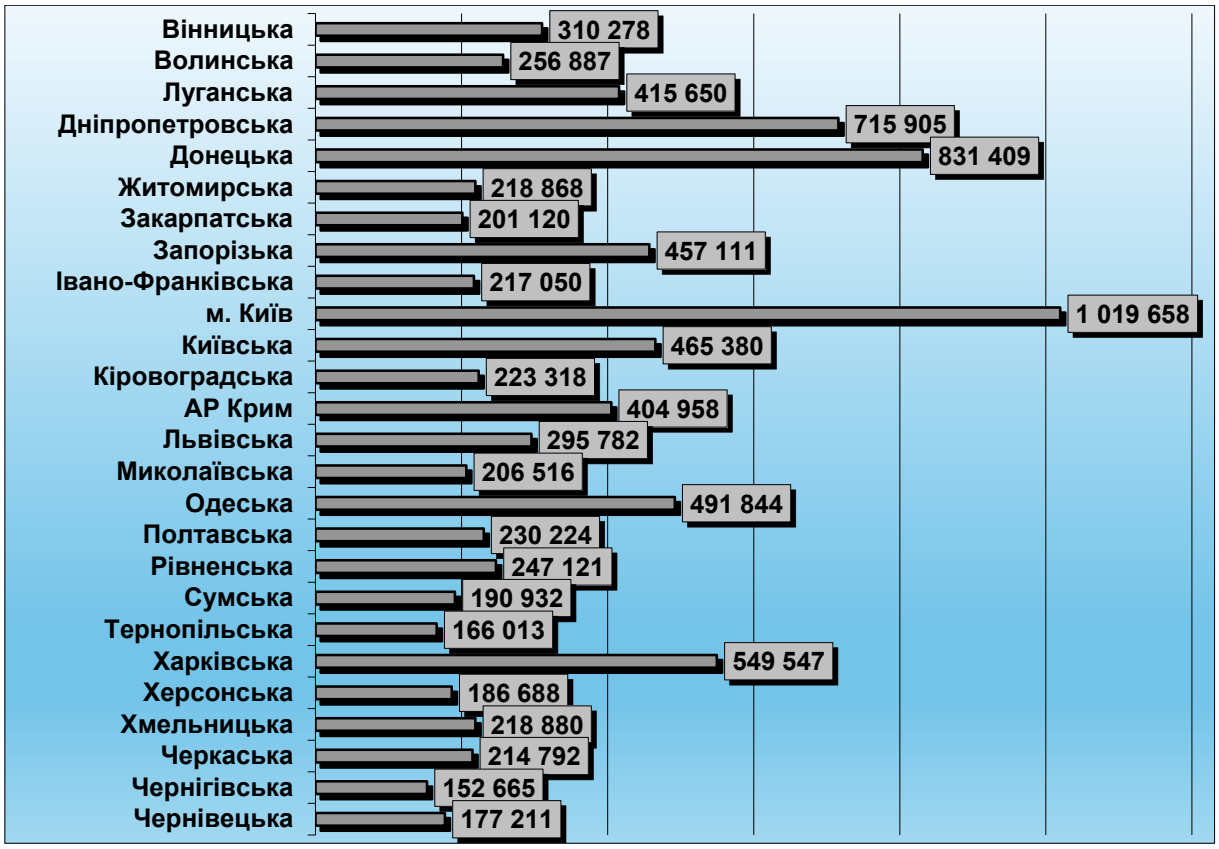


Рис. 1. Склад автомобільного парку за регіонами України станом на 01.01.2015 р., *од.*

Джерело: розроблено автором на основі [1]

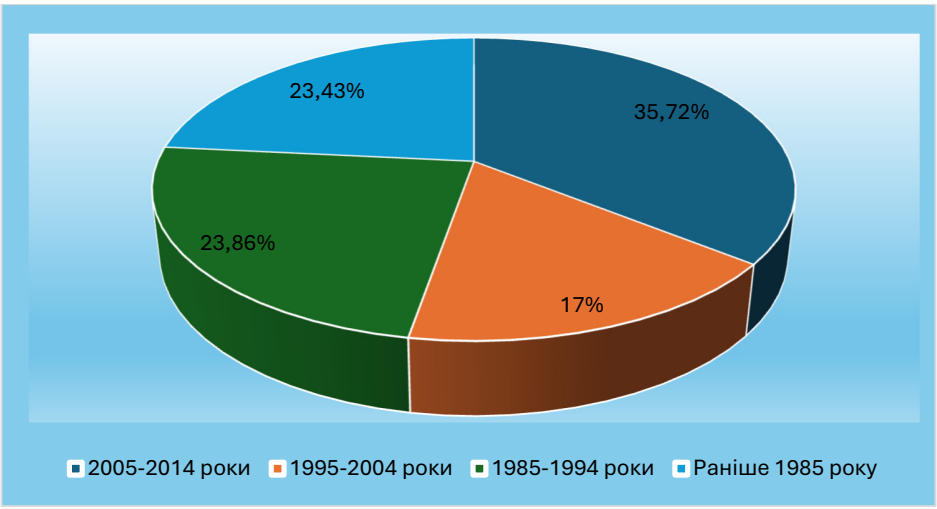


Рис. 2. Структура парку легкових та комерційних авто за роками виготовлення в Україні станом на 01.01.2015 р., %
Джерело: розроблено автором на основі [1]

Ситуація в АР Крим: З огляду на швидкість розгортання подій у 2014 р., значна частина, до 80% автомобілів могла бути залишена на півострові, особливо враховуючи обмеження та складнощі щодо переїзду автомобілів через контрольні пункти між материковою Україною та Кримом.

Отже близько 1 млн. авто втратив рухомий парк автомобілів України в результаті окупації територій. Більшість автомобільних експертів дають подібні оцінки.

Далі для аналізу рухомого парку, який нас насамперед цікавить слід проаналізувати структуру парку по рокам виготовлення автомобілів та припустити ще одну гіпотезу — автомобілі випуску раніше 1985 року вже в переважній більшості не їздять по дорогам України і таким чином не є вже рухомим парком. Це 23,42% від 9 млн. 65 тис загального парка автомобілів 2015 р., тобто скорочення становить біля 2 млн. авто (рис. 2).

Тобто з фактично зареєстрованих 9 млн. автомобілів на початок 2015 року залишилось в реальному рухомому парку тільки 6 млн. автомобілів.

У 2015–2018 рр. автомобільний ринок України збільшив рухомий парк за рахунок так званих «євроблях». «Євробляха» — це термін, що вживається для опису легкових автомобілів з іноземною реєстрацією, які були ввезені в Україну без сплати мит і подальшої перереєстрації. Розглянемо причини виникнення цього явища та масштаби його поширення:

- відносно низькі доходи населення в Україні;
- високі мита на імпорт автомобілів з-за кордону;
- недостатня номенклатура, кількість і якість автомобілів, що виробляються в Україні, а також їхня висока вартість;
- низькі ціни на вживані автомобілі в ЄС, особливо на ті, що мають проблеми з технічним станом, оскільки ремонт таких машин є дорогим, і в деяких країнах ЄС експлуатація таких авто ускладнена через технічний огляд та екологічні вимоги;
- прогалини в законодавстві і низький рівень контролю з боку правоохоронних органів за обігом незареєстрованих автомобілів.

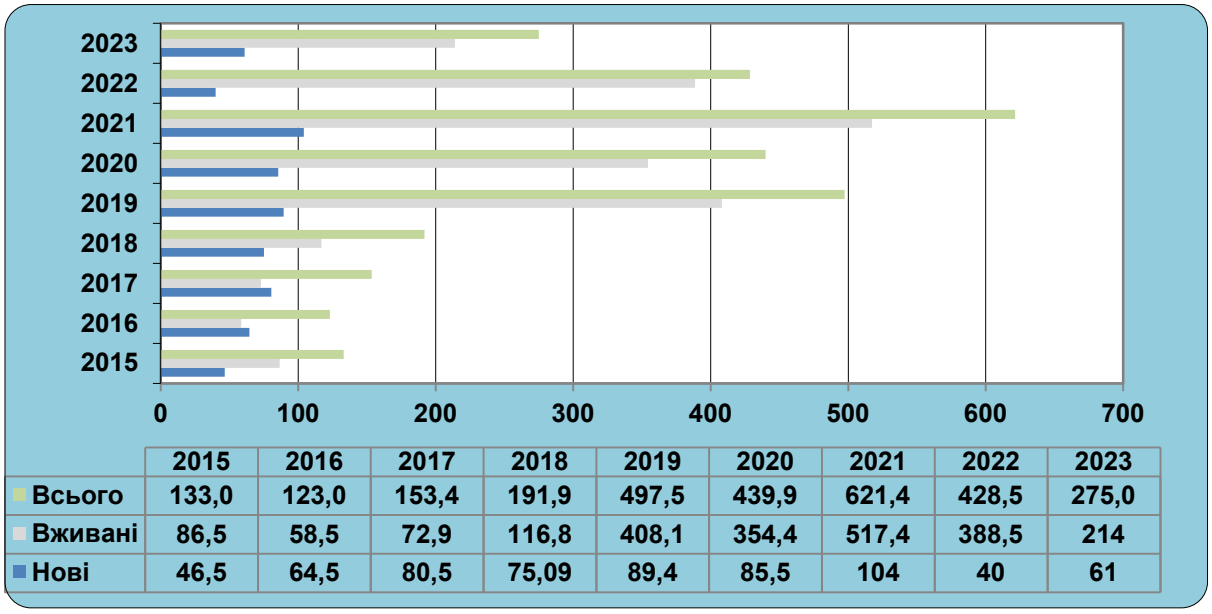
Внаслідок цього окремі громадяни та компанії в Україні та за кордоном організували масове завезення вживаних автомобілів з ЄС, перетворивши це на вид підприємницької діяльності.

За даними Державної фіскальної служби України на кінець 2017 року в Україну було завезено як «євробляхи» 383,3 тис. автомобілів [2], однак насправді враховуючи також і «сірі» канали імпорту та недосконалу систему обліку та контролю експерти вважають, що фактично було завезено не менше 500 тис. авто [2].

Для визначення об'єктивного рухомого парку нам треба проаналізувати продажі нових автомобілів та офіційний імпорт вживаних автомобілів за 2015–2023 рр. (рис. 3).

Аналізуючи рис. 3 треба відзначити тенденцію збільшення долі вживаних авто в порівнянні з новими. Також треба відзначити рекордний обсяг офіційного імпорту вживаних автомобілів у довоєнному 2021 році, коли українці завезли та розмитнили більше пів мільйона авто з пробігом. Це пов'язано з розвитком імпорту авто з США та пільговими ставками на електромобілі. Імпорт автомобілів зі США в Україну набув великої популярності. Це пов'язано з низкою чинників, включно з широким вибором автомобілів, привабливими цінами, високою якістю. Перевагами такого імпорту можна визначити:

- Ціни на автомобілі зі США можуть бути значно нижчими, ніж на українському ринку. Це пояснюється відмінностями в ціноутворенні, станом ринку та іншими факторами. Крім того, на аукціонах у США можна знайти вигідні пропозиції на вживані автомобілі.



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Всього	133,0	123,0	153,4	191,9	497,5	439,9	621,4	428,5	275,0
Вживані	86,5	58,5	72,9	116,8	408,1	354,4	517,4	388,5	214
Нові	46,5	64,5	80,5	75,09	89,4	85,5	104	40	61

Рис. 3. Імпорт нових та вживаних авто в Україну за 2015–2023 рр., *тис. од.*

Джерело: розроблено автором на основі [3]

- Американський автомобільний ринок пропонує величезний вибір моделей, брендів і комплектацій. Завдяки цьому українські покупці мають можливість обирати з широкого асортименту автомобілів, включаючи економічні седани, розкішні позашляховики, спортивні купе та багато іншого.
- Деякі моделі та бренди автомобілів, особливо рідкісні та спеціалізовані, можуть бути недоступними на місцевому ринку. Імпорт зі США надає можливість придбати такі автомобілі, дозволяючи українським покупцям отримати доступ до унікальних та бажаних моделей.
- Деякі автомобілі зі США можуть стати не лише транспортними засобами, а й об'єктами інвестицій. Рідкісні моделі, класичні автомобілі або авто з історією можуть з часом набувати статусу колекційних цінностей, що робить їх привабливими для колекціонерів та інвесторів.

Всього за 2015–2023 рр. рухомий парк був поповнений на 2 млн. 863,6 тис. автомобілів (646,5 тис. нових авто та 2 млн. 217 тис. авто з пробігом відповідно).

При обрахунку обсягу рухомого парку слід враховувати річний коефіцієнт вибуття авто (зняття з обліку для утилізації через вік, неможливість відновлення після ДТП, стихії, бойових дій тощо.) та окремо розглянути події 2022 року та їх вплив на кількість автомобілів в Україні.

За даними Державної прикордонної служби, кількість українських мігрантів, які виїхали за кордон складає 6,2 мільйони людей [4]. Основною причиною виїзду з країни були високі безпекові ризики. Достеменно невідомо скільки українців виїхало на автомобілях, але я пропоную гіпотезу, що кожен п'ятий (приблизна автомобілізація в Україні 200 авто на 1000 жителів), тобто рухомий парк знизився на 1,3 млн. автомобілей через вимушену міграцію.

У 2015–2023 рр. через вік, неможливість відновлення після ДТП, стихії, бойових дій тощо було знято з обліку для утилізації. 603 тис. автомобілів (рис. 4). Різке зростання кількості втрат у 2022–2023 рр. пов'язано із масштабами бойових дій у країні. Також за цей час вибули з рухомого парку без

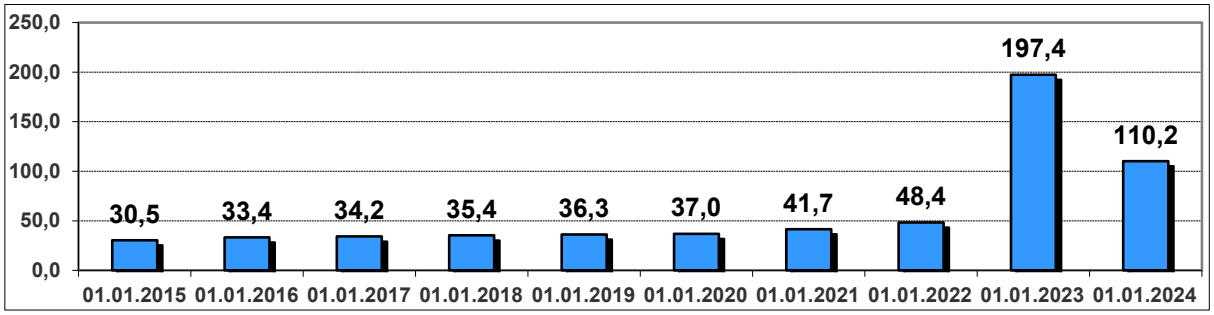


Рис. 4. Кількість авто вибувших з експлуатації за 2015–2023 рр., *тис. од.*

Джерело: розроблено автором на основі [5]

зняття з реєстрації ще 1 млн. автомобілів вироблених ще за часів Радянського Союзу (Москвічі, ВАЗи, Волги тощо).

Отже, внаслідок вибуття авто раніше 1985 року випуску, тих, що не перебуваючі в експлуатації виробництва інших країн, тих, які були через окупацію АР Крим та частини Донецької та Луганської областей, органічне вибуття, міграцію та зростання неофіційного та офіційного імпорту нових та використаних автомобілів, можемо визначити рухомий парк легкових та комерційних автомобілів у 6 млн. 402 тис одиниць. Така розрахункова кількість автомобілів є важливим орієнтиром для всіх учасників ринку автомобільних комплектуючих. Ці дані відображають реальні можливості ринку й є ключовими при формуванні маркетингових стратегій та плануванні діяльностей. Розуміння цифрових показників дозволяє ефективно адаптувати продуктові пропозиції та підходи до потреб споживачів, забезпечуючи стале й успішне функціонування на ринку автомобільних технологій.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У статті створено ґрунтовну основу для подальших наукових розробок у цій сфері. У подальших дослідженнях пропонуємо уточнити методику обліку рухомого складу легкових та комерційних автомобілів для прогнозування ринку автомобільних комплектуючих.

Література

1. Traffic Police Fleet Database as of 01.01.2015.

2. Statistical information. *Ministry of Finance.* URL: https://index.minfin.com.ua/ua/markets (дата звернення: 01.10.2024).

3. Statistical information. *State Open Data Portal of Ukraine.* URL: https://data.gov.ua/dataset/06779371–308f-42d7–895e-5a39833375f0 (дата звернення: 01.10.2024).

4. Війна в Україні. Стало відомо, скільки українців виїхало за кордон. *Мінфін.* 2022. URL: https://minfin.com.ua/ua/2022/05/20/85727942/ (дата звернення: 01.10.2024).

5. Український автопарк постарішав. *AUTO-Consulting*. 2023. URL: https://autoconsulting.ua/article.php?sid=53408 (дата звернення: 01.10.2024).

6. У 2023 році автопарк України поповнили понад 214 тис. вживаних легковиків. *UkrAutoprom.* 2024. URL: https://ukrautoprom.com.ua/u-2023-roczi-avtopark-ukrayiny-popovnyly-ponad-214-tys-vzhyvanyh-legkovykiv (дата звернення: 01.10.2024).

УДК 94:[323.3:66-051](477)"16/17"

Муляр Анатолій Миколайович
кандидат історичних наук,
доцент кафедри суспільно-гуманітарних дисциплін
Університет економіки і підприємництва
Mulyar Anatoly
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor of the Department of Social and Humanities
University of Economics and Entrepreneurship
ORCID: 0000-0002-7629-301X

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10428

ФАБРИЧНО-ЗАВОДСЬКА ПРОМИСЛОВІСТЬ ПОДІЛЬСЬКОЇ ГУБЕРНІЇ У ПОРЕФОРМЕНИЙ ПЕРІОД: ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОГРАННОГО ПРОЦЕСУ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

THE FACTORY INDUSTRY OF PODILLIA PROVINCE IN THE POST-REFORM PERIOD: FEATURES OF THE MULTIFACETED PROCESS OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Анотація. *Ця наукова стаття досліджує розвиток промисловості Подільської губернії в пореформений період, зосереджуючись на визначенні понять «фабрика» та «завод» і аналізуючи їх відмінності в історичному контексті. Стаття пропонує порівняльну таблицю характеристик заводів і фабрик у XIX столітті, що вказує на різницю в технологіях, розмірах підприємств, кількості працівників та інших ключових факторах.*

Автор також аналізує історію виникнення фабрично-заводського виробництва в Європі та Російській імперії, вказуючи на історичні відмінності в розвитку цих систем у різних регіонах. Зокрема, розглядається російський досвід, де фабрично-заводське виробництво було штучно створене Петром I, що призвело до унікальних форм організації та фінансування промисловості.

У статті надається детальний опис промислового розвитку Подільської губернії, включаючи статистичні дані про кількість заводів, працівників та обсяги виробництва в ключові періоди. Зокрема, розглядаються галузі, такі як винокурні та цукрові заводи, які відігравали ключову роль у економіці регіону.

Дослідження також торкається ключових соціально-економічних аспектів, включаючи вплив реформи 1861 року на промисловість та умови праці робітників. Стаття підкреслює, що незважаючи на певні успіхи, промисловість Подільської губернії залишалася відносно відсталою порівняно з європейськими стандартами, що відображало головні тенденції російської промисловості XIX століття.

Загалом, ця стаття надає важливий аналіз розвитку промисловості в регіоні, що допомагає зрозуміти історичні передумови та особливості економічного розвитку Подільської губернії в пореформений період.

Ключові слова: *фабрика та завод, промисловість, Подільська губернія, пореформений період, технології, робоча сила, економічний розвиток.*

Summary. *This scientific article explores the industrial development of the Podolsk Governorate during the post-reform period, focusing on the definition of the terms "factory" and "plant" and analyzing their differences in the historical context. The article offers a comparative table of characteristics of factories and plants in the 19th century, indicating distinctions in technologies, sizes of enterprises, number of employees, and other key factors.*

The author also analyzes the history of the emergence of factory-plant production in Europe and the Russian Empire, pointing out historical differences in the development of these systems in different regions. Specifically, the Russian experience is examined, where factory-plant production was artificially created by Peter I, leading to unique forms of organization and financing of industry.

The article provides a detailed description of the industrial development of the Podolsk Governorate, including statistical data on the number of factories, employees, and production volumes in key periods. Particular attention is paid to sectors such as distilleries and sugar factories, which played a crucial role in the region's economy.

The study also touches on key socio-economic aspects, including the impact of the 1861 reform on industry and the working conditions of employees. The article emphasizes that despite certain successes, the industry of the Podolsk Governorate remained relatively backward compared to European standards, reflecting the main trends of Russian industry in the 19th century.

Overall, this article provides an important analysis of the industrial development in the region, helping to understand the historical prerequisites and peculiarities of the economic development of the Podolsk Governorate during the post-reform period.

Key words: *factory and plant, industry, Podilsk province, post-reform period, technologies, workforce, economic development.*

Постановка проблеми. Дослідження зосередило свою увагу на аналізі та оцінці ефективності та становлення фабрично-заводської промисловості в Подільській губернії у пореформений період, а саме: порівняння технологічного рівня промисловості Подільської губернії з європейськими стандартами та аналіз причин цього відставання. Дослідження того, як залежність промисловості від сільськогосподарської сировини (особливо в галузях винокурні та цукрових заводів) впливала на її розвиток та можливості диверсифікації. З'ясування, як скасування кріпосного права вплинуло на формування робочої сили, умови праці та загальний економічний розвиток регіону.

Методологія дослідження базується на історичному, статистичному, порівняльному, хронологічному, логічному методах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Історіографія проблеми промислового виробництва в Російській імперії досить значна. Різні аспекти становлення та розвитку промисловості досліджували історики XIX століття: Буловский А., Григорєв–Наш, Имеретинский Н.К., Забелин А., Заїчкін І.А., Лемке М., Майков Л., Орлов П.А., Столпянский Н., Туган-Барановський М., Шульгин В., Цехановський М.Ю.. Із сучасників даної проблематики торкалися: Бойко Ю.М., Гуржій О.І., Гладков І.С., Задорожнюк А.Б., Зоріна І.Ю., Єсюнін С.М., Киняпина Н.С., Конотопов М.В., Муравйова Л.А., Нестеренко О.О., Реєнт О.П., Рожкова М.К., Федорова В.А., Соловей Т.Д..

Формулювання цілей статті полягає у постановці питання про необхідність переосмислення етапів розвитку фабрично-заводського виробництва в контексті історичного розвитку Подільської губернії та з'ясування впливу реформи 1861 р. на промислове виробництво губернії. Переоцінка традиційних уявлень про розвиток промисловості в регіоні та пошук нових підходів до їх інтерпретації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перш ніж розпочати дослідження промисловості Подільської губернії у пореформений період, важливо з'ясувати, що включають у себе ці поняття. Фабрики виникли в Європі ще в XVII–XVIII століттях, коли капіталісти почали інвестувати у більш ефективні методи виробництва. Цей перехід від домашньої системи праці до великого промислового виробництва супроводжувався масовим переселенням селян з сіл до міст, що значно змінило способи організації праці. Використання машин дозволило здешевити виробництво та збільшити обсяги випуску стандартизованих товарів при зменшенні кількості необхідної робочої сили [14, с. 1].

Заводи зародилися значно пізніше, з впровадженням технічних інновацій під час епохи Промислової революції. Масове використання різноманітних машин стало ключовим фактором, який кардинально трансформував виробничі процеси [13, с. 1]. Отже, поняття заводу та фабрики за змістом та формою є різними. Для кращого порівняння ми створили таблицю 1.

Основною відмітною рисою заводської системи було широке застосування технічних засобів. Історія фабричної системи бере свій початок у Британії з XVIII століття, де перші заводи використовували водяну та парову енергію для приводу машин, а згодом — електрику. Заводи виникали там, де капітали ставали занадто великими для кустарної промисловості або майстерні. Ранні заводи, які містили невелику кількість машин, наприклад одну або дві прядильні, віслюків, і менше десятка робітників, були названі «прославленими майстернями» [12, с. 6]. Процес виникнення фабрично-заводського виробництва в Європі пройшов еволюційний шлях розвитку і утвердився як машинне виробництво, що базувалось на найманій праці.

В Російській імперії процес виникнення «заводів» докорінно відрізнявся від європейського. У Росії вони також виникли у XVIII столітті, але за наказом російського царя Петра I. В російській державі на той час існувало дрібно-товарне виробництво, яке базувалось на праці ремісника. На відміну від українського ремісника, російський не приймав замовлень, а все виготовляв на продаж (взуття, різні предмети вбрання, шуби, ковдри, столи, стільці тощо). Усі ці речі ремісники постачали за певну плату купцям, які їх і продавали у своїх лавках [10, с. 1].

На той час в Російській імперії панувало кріпацтво, яке не сумісне з промисловим виробництвом. Щоб не відставати від Європи, Петро I вирішив штучно створити велике фабрично-заводське виробництво в імперії, не дивлячись на те, що для цього не було жодних передумов. Іноземні промисловці називали російський капіталізм — штучним (не справжнім) [10, с. 5]. З числа великих російських

купців, при фінансовому сприянні царського уряду, було створено 233 великих заводи, які постачали свої вироби до державної скарбниці. Якщо певний товар не був потрібний казні, вона обкладала аналогічний привізний товар великим податком або забороняла його ввезення, створюючи монополію. Облаштування фабрики вимагало великих грошових витрат. Тому власники запрошували інших купців у співвласники, збільшуючи тим самим капітал компанії. Для того, щоб забезпечити заводи робочою силою, до них приписували цілі села. Це була спроба адаптувати фабрично-заводське виробництво до умов кріпосницького ладу. А щоб була хоч невелика продуктивність праці, власники вимушені були постійно посилювати експлуатацію [10, с. 23]. Розвивались переважно ті галузі, які були необхідні державі.

В І половині XIX століття в Росії відбувається перелив торгівельного капіталу в промислове виробництво. Починає падати значення ярмарків. Вони все більше перетворюються на тимчасові товарні біржі. Причиною тому стало швидке зростання постійної (магазинної) торгівлі. Зміна статусу ярмарків і падіння надприбутків змушує купців включатися у виробництво. До середини століття 90% купців першої гільдії володіли промисловими підприємствами. У 1830–1840-ті роки уперше почали ухвалювати закони про працю.

Відсутність ринку праці не дозволяла модернізувати промисловість. Російська держава продовжувала утримувати в своїх руках усі провідні галузі. Всі промислові збитки продовжували покриватися за рахунок бюджету. Відсутність ринку компенсувалася державним регулюванням та політикою протекціонізму. А зосередження в руках держави всього видобутку срібла забезпечувало грошовий обіг в умовах нерозвиненої економіки [5, с. 72].

В І половині XIX століття в Росії почали з'являтися поміщицькі вотчинні мануфактури, розвиток і прибуток яких залежали від пільг та заступництва держави. Поміщики почали використовувати місцеву дешеву сировину, працю кріпаків та можливості маєтку. Період першої половини XIX століття можна назвати часом початку первісного накопичення капіталу. Зародження російської фабрично-заводської промисловості відбувалося в умовах панування самодержавно-кріпосницьких порядків та залежності від урядових пільг й кредитів.

Досить цікавим і дискусійним є питання промислового перевороту в російській імперії, який розпочався ніби в 30-х роках XIX століття і призвів до більш швидкого промислового розвитку. У нашому розумінні промисловий переворот — це перехід від одного технологічного рівня розвитку до іншого, більш високого рівня. У розумінні російської держави це, очевидно, поєднання ручної праці з роботою перших парових машин. Таке виробництво в європейських країнах ще в XIV–XV століттях називали мануфактурним, але аж ніяк не фабрично-заводським.

Фабрика та завод ототожнюються з більш розвинутим технологічним виробництвом, великою кількістю найманих робітників та великими масштабами виробничого процесу. Тому при промисловому перевороті мова йде про зміну технологій та способу життя. У Європі промислова революція тривала приблизно з 1760 до 1820–1840 рр. [15, с. 1]. У Росії цей процес розпочався у 30–40-х рр. XIX ст. і тривав до 1861 р. Саме тоді були створені технічно передові

Таблиця 1

Порівняння характеристик заводу та фабрики в період XIX століття

Особливість	Завод	Фабрика
Основна продукція	Виробництво металургійних, машинобудівних та інших важких промислових товарів	Виробництво текстильних, харчових та інших споживчих товарів
Технології	Високий рівень механізації та автоматизації, складні технологічні процеси	Відносно простіші технології, часто ручна праця або початкова механізація
Розмір підприємства	Великі виробничі комплекси з великими потужностями	Менші за розміром підприємства, порівняно з заводами
Кількість працівників	Велика кількість робітників, часто тисячі	Менша кількість робітників, часто сотні
Розташування	Зазвичай у великих містах або поблизу джерел сировини	Можуть розташовуватись як у містах, так і в сільській місцевості
Енергозабезпечення	Використання парових машин, пізніше електроенергії	Використання водяних млинів, парових машин та електроенергії
Сировина	Метали, вугілля, мінерали	Текстильні волокна, сільськогосподарські продукти
Продуктивність	Висока продуктивність завдяки автоматизації	Менша продуктивність через ручну працю
Фінансування	Великі інвестиції, часто за підтримки держави або крупних підприємців	Менші інвестиції, фінансування часто від приватних осіб або сімейних підприємств
Продуктовий асортимент	Спеціалізовані продукти, часто для промислового використання	Широкий асортимент споживчих товарів

Джерело: створено автором, внаслідок систематизації джерел вітчизняних та європейських авторів [10–15]

для того часу текстильна і цукрова промисловості, а також почалось технічне переоснащення металургії [16, с. 1]. До 1860 року у Російській імперії діяли близько 15 тис. підприємств промисловості, з яких близько 80% були дрібними виробництвами з 10–15 робітниками [17, с. 1].

Європейці під промисловим переворотом розуміють період науково-технічного розвитку у XVIII столітті, який трансформував переважно сільські, аграрні суспільства, особливо в Європі та Північній Америці, в індустріалізовані, міські. Товари, які колись старанно виготовлялися вручну, почали масово виробляти машини на фабриках [18, с. 1].

Цікавим є той факт, що історіографія 80–90-х років XIX ст. вважала Росію економічно відсталою країною, і майже ніхто не торкався у своїх дослідженнях промислового перевороту. Напевне, ніхто його не бачив, окрім Леніна В. І., який відстоював думку, що російська держава вже давно розвивається в капіталізмі. На його думку, кожний заможний підприємець, що володів механізованим виробництвом, був капіталістом [3, с. 309–325]. Лише радянська історіографія зробила спробу встановити рамки промислового перевороту. Це дійство продовжується в сучасній Росії по сьогоденню.

Судити про розвиток російської промисловості можна по її товарам, що вона експортувала в 50-х рр. XIX ст.: вироби із срібла, хутра, шкіри, дерева тощо. Експорт товарів у першій половині XIX ст. складав 226 млн. руб., а імпорт — 206 млн. руб. Феодально-кріпосницька система гальмувала розвиток промислової сфери. Феодали будували невеличкі цехи, які величали «заводами», які носили переважно сировинний характер. В Статутах про промисловість фабричну та ремісничу (по виданню 1857 р.) вказано, що заклади, у яких «виробляється фабрична і заводська продукція, мають носити назву заводів, фабрик і мануфактур». Мануфактури, фабрики і заводи відрізняються від «ремесел» тим, що мають у «більшому» вигляді закладів і машини; у ремісників же немає «їх», крім ручних «машин» та інструментів [11, с. 1]. Таким чином, якщо ремісник виробляв продукцію, яка була суміжною до заводської, і володів механічним верстатом, він автоматично класифікувався як завод або фабрика. При цьому не мало значення, що в його цеху працювало від 1 до 6 робітників, і значна частина роботи виконувалася вручну за допомогою традиційних інструментів. Головним було продемонструвати, що наша промисловість не поступається, а то й перевершує європейську.

Характерним типом поміщицьких підприємств на території Правобережної України, згідно з дослідженнями Гордуновського О. М., був вотчинно-посесійний. На капіталістичній основі працювали головним чином купецькі мануфактури та фабрики [2, с. 61].

У промислове виробництво першої половини XIX ст. була залучена також і Подільська губернія. Згідно з військово-статистичним оглядом Подільської губернії 1849 р., у розділі мануфактурна промисловість, зафіксовано 584 фабрики та заводи, які виробляли продукції на 1.159.571 руб. [1, с. 120]. Однак у додатку 13 цього ж огляду ми нарахували 1.480 заводів. Зокрема: 214 (винокурні) + 48 (пивоварень) + 23 (цукор) + 24 (шкір) + 11 (свічні) + 3 (салотопні) + 110 (сукно) + 4 (миловарні) + 7 (масло бійні) + 604 (серветочні) + 5 (паперова) + 4 (фарбувальні) + 3 (шовкова) + 68 (цегельні) + 2 (вапнякові) + 2 (скляні) + 9 (поташні) + 2 (мідних виробів) + 1 (дзвіночний) + 6 (каретна) + 3 (воскобійна) + 2 (крупорушні) + 2 (тютюновий) [1, с. 109]. Тому виникає закономірне запитання, чому не співпадає кількість підприємств. Ми можемо лише припустити, що це пов'язано з неакуратністю підрахунків. Але як тоді пояснити наявність лише 600 серветочних заводів у Ямпільському повіті?

Також викликає сумнів, чи все, що було включено в додаток, було заводами? Цілком можливо, щоб показати розвиненість губернії, у категорію заводів записали значну кількість ремісничих майстерень. Великої різниці між ними на той час не було. На обох виробництвах (заводському та ремісничому) були відсутні машини, домінувала ручна праця та працювала невелика кількість робітників. Тому не дивно, що автори «Огляду» в заголовку вказали, що це мануфактурна промисловість, а не завод чи фабрика.

Однак, взявши за основу вказані показники, можна говорити, що у губернії у вказаний період розвивалось 4 категорії заводів: переробні (433); харчові (289); сировинні (58); промислові (700). По кількісному показнику переважали серветочні (604), винокурні (214), сукноткацькі (110), броварні (48), цегельні (68), шкіряні (24), цукрові (24). Найменше було дзвіночних (1), тютюнових (2), крупорушень (2), мідних (2), скляних (2), вапнякових (2) тощо.

Також слід відмітити, що станом на 1849 р. на досліджуваній території переважали заводи промислової категорії (700 підприємств), що свідчить про високий рівень спеціалізації та розвитку промисловості в регіоні. Другою за величиною була переробна промисловість (433 підприємства). Третіми по кількості були сировинні заводи (58 підприємств). Четвертими були — харчові (289 підприємств). Найбільшу промислову завантаженість на той час мав Проскурівський повіт, який нараховував 101 завод (винокурні — 38, броварні — 8, шкіряні — 8, свічні — 3, салотопні — 1, серветочні — 1, воскобійні — 3, крупорушні — 1, цегельні — 29, поташні — 3, дзвіночний — 1, каретні — 2, воскобійні — 3). Найменш промислово розвинутим був Гайсинський повіт, який мав лише 4 заводи 3 категорій (цукровий — 1, сукноткацьких — 2, поташні — 1).

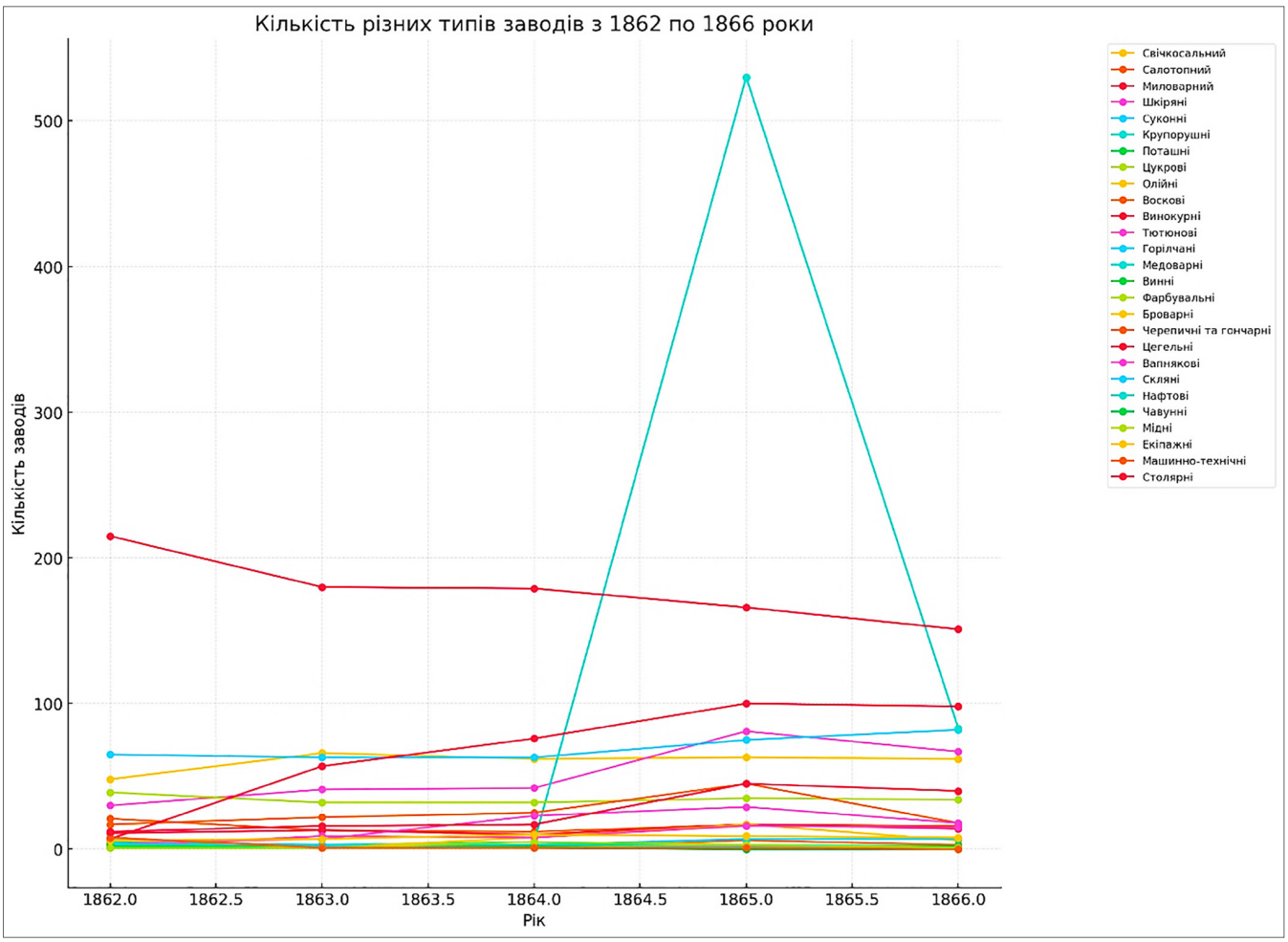
Слабкий розвиток мануфактурного виробництва в губернії завуальовано подається під терміном — не розвивається з бажаним успіхом. Виготовлену

продукцію вивозили до Бердичева, в Бессарабію, в Одесу та інші суміжні міста губернії. Цікавим, на наш погляд, був фабричний товар, що вивозився на продаж: сукно, вовна, водка, цукор та сало [1, с. 120]. Враховуючи, що у губернії в 1849 році проживало 1530 321 особа, на одну особу з сукупного прибутку заводів припадало лише 0,75 рубля на рік. У рапорті за 1837 р. «Про статистичний стан губернії» зазначалось, що головною промисловістю є хліборобство і гуральництво [2, с. 61].

Із прийняттям Реформи 1861 року у промисловому виробництві відбулися значні зміни. Скасування кріпосного права звільнило мільйони кріпаків, які отримали свободу вибору місця проживання та зайнятості. Багато колишніх кріпаків, не бажаючи залишатися на землі, переселилися до міст, шукаючи роботу на заводах і фабриках, що призвело до збільшення робочої сили для промисловості.

Однак, на заводах та фабриках Російської імперії, що базувались на кріпосній праці, внаслідок реформи виникла криза. Отримавши волю, робітники покидали важку та ненависну роботу, переселяючись до інших губерній. Це призводило до падіння виробництва. Власники піднімали заробітну платню у кілька разів, але це не завжди допомагало, і багато заводів та фабрик були змушені закритися [10, с. 308].

Статистичний комітет Подільської губернії відзначав, що фабрично-заводська промисловість цього регіону знаходиться на дуже низькому рівні розвитку і в найближчому майбутньому малоймовірно очікувати значних поліпшень. Основними причинами цього стану були перехід населення від життя в одній державі (Польщі) до іншої (Російської імперії), що спричинило зміни в економічних відносинах та можливостях для розвитку промисловості, а також географічна близькість до австрійського кордону та частково Царства Польського, що призводило до залежності від імпорту предметів розкоші, зручності та необхідності з-за кордону. Крім того, відсутність здорової конкуренції, нестача капіталів та кредитів, а також відсутність хороших ремісничих майстерень та асоціацій перешкоджали розвитку місцевих виробництв. Ця територія страждала від низького рівня суспільного добробуту, внаслідок чого суспільство було не вибагливим. Тому ремісничa промисловість була вимушена обмежуватись тісним колом існуючих проблем [7, с. 36].



Графік 1. Кількості заводів на території Подільської губернії (1862–1866 р.)
Джерело: створено на основі систематизованих даних, знайдених у різних джерелах

Лише цукрові заводи та винокурні досягли значного ступеня розвитку, що було досягнуто сільськогосподарським виробництвом та працею селян. Через брак капіталу та кредитів, заводи ці, особливо винокурні, «підтримувалися» євреями, які отримали право займатися торгівлею вином.

У пореформений період, у 1862 році, на території Подільської губернії було зареєстровано 657 заводів. У 1863 році ця кількість дещо зменшилася до 576 одиниць. Проте вже у 1864 році кількість підприємств зросла до 620. У 1865 році відбувся значний стрибок, і кількість заводів збільшилася майже удвічі, досягнувши 1297 одиниць. Однак у 1866 році кількість заводів знову зменшилася до 776 штук. Вони також поділялися на 4 категорії: обробка тваринних продуктів, обробка рослинних продуктів, обробка корисних копалин та змішані виробництва.

Найбільше працівників у 1862 р. було зайнято в категорії «Обробка рослинних продуктів» — 4826 осіб, що значно перевищувало кількість працівників в інших категоріях. Друге місце за кількістю працівників займала категорія «Обробка тваринних продуктів» з 835 працівниками, потім йшли «Обробка корисних копалин» з 464 працівниками та «Змішані виробництва» з 249 працівниками. Якщо взяти по галузях, то найбільше працювало у винокурнях — 3600 працівників; цукрових заводах — 1138 працівників; суконних фабриках — 593 працівників; цегельнях — 209 працівників; скляних заводах — 173 працівника та машинно-технічних — 164 працівника. А тепер розрахуємо середній показник працюючих у цих 5 найбільш чисельних галузях. Якщо в губернії нараховувалось 215 винокурень, де працювало у вказаний період 3600 працівників, то середній показник на 1 завод становив 16,74 осіб. У цукровій галузі на 1 завод припадало 29,18 робітників. У суконній — 9,12 робітника, скляній — 24,71 робітника, Цегельній — 29,86 робітників. І це у найбільш чисельних галузях. І тут виникає закономірне питання: що це є — заводи, мануфактури чи ремісничі цехи? Чи можна дане утворення порівняти із європейським заводом чи фабрикою, де у цей час на заводах працювали сотні, а то й тисячі робітників. Що до інших 19 галузей виробництва, то картина була наступною, табл. 2.

Як бачимо, наведені показники подільських підприємств періоду 1862 р. не відповідали критеріям європейських заводів, оскільки мали менший масштаб виробництва, нижчий технологічний рівень і меншу кількість працівників.

Таблиця 2

Середня кількість працівників на один завод для вказаних галузей

Галузь	Кількість заводів	Кількість працівників	Середня кількість працівників на заводі
Винокурні	215	3,600	16,74
Цукрові	39	1,138	29,18
Суконні	65	593	9,12
Скляні	7	173	2,71
Цегельні	7	209	29,86
Свічкові	48	97	2,02
Шкіряні	30	69	2,30
Крупорушні	5	14	2,80
Поташні	7	29	4,14
Олійні	3	9	3,00
Воскові	2	9	4,50
Тютюнові	2	3	1,50
Горілчані	3	8	2,67
Медоварні	1	1	1,00
Винні	1	5	5,00
Фарбувальні	1	1	1,00
Паперові	2	9	4,50
Черепичні та гончарні	17	51	3,00
Вапнякові	4	19	4,75
Нафтові	4	8	2,00
Мідні	2	4	2,00
Екіпажні	6	61	10,17
Столярні	12	24	2,00

Джерело: систематизовано автором [7]

У 1862 р. великі підприємства в основному були зосереджені на обробці рослинних продуктів, зокрема цукрових і винокурних заводах. Водночас існували невеликі, але численні підприємства з обробки тваринних продуктів, які забезпечували місцеві потреби. Ця категорія була представлена широким спектром виробництв, від виробництва сала та свічок до суконної й шкіряної промисловості. Найбільший прибуток з цієї категорії приносили суконні заводи, величина прибутку яких в рік становила 202 401 руб., або 3114 руб. на 1 завод. На другому місці стояли свічкові заводи, які заробляли в рік — 45 217 руб., де на 1 завод припадало — 942 руб.

Найбільший обсяг виробництва по губернії давали цукрові заводи — 1 409 614 руб. в рік, де на один завод припадало 36 144 руб. Окрім того, винокурні заводи, незважаючи на їхню численність, мали значний внесок в економіку завдяки великому обсягу виробництва — 2 019 682 руб, де на 1 завод припадало 9 395 руб. в рік [7, с. 34].

Також варто відзначити значення змішаних виробництв, які включали екіпажне виробництво, землеробсько-технічні та столярні роботи. Хоч ці галузі і не мали такого великого товарного обсягу, але були важливими для розвитку місцевого ринку та обслуговування інших галузей промисловості.

Якщо здійснити порівняння між розвитком промисловості в Подільській губернії у дореформений період (1849 р.) та пореформений (1862 р.), то слід відмітити, що за проміжок 13 років відбувся

Таблиця 3

Величина заводів та фабрик Подільської губернії (1862 р.)

Назва заводів та фабрик	Кількість заводів	Кількість майстрів і робітників	На яку суму вироблено (руб.)	Середня сума на 1 завод (руб.)
I. Обробка тваринних продуктів				
Салотопні	21	41	26,113	1,243
Свічкові	48	97	45,217	942
Миловарні	11	35	7,340	667
Шкіряні	30	69	22.540	751
Суконні	65	593	202,401	3,114
II. Обробка рослинних продуктів				
Крупорушні	5	14	75,000	15,000
Поташні	7	29	29,538	4,220
Цукрові	39	1,138	1,409,614	36,144
Олійні	3	9	1,480	493
Воскові	2	9	1,409	704
Винокурні	215	3,600	2,019,682	9,395
Тютюнові	2	3	2,852	1,426
Горілчані	3	8	13,581	4,527
Медоварні	1	1	312	312
Винні	1	5	12,584	12,584
Фарбувальні	1	1	400	400
Пивоварні Паперові	2	9	4,390	2,195
III. Обробка корисних копалин				
Черепичні та гончарні	17	51	8,485	226
Цегельні	7	209	83,626	11,947
Вапнякові	4	19	3,856	964
Скляні	7	173	131,862	18,837
Нафтові	4	8	10,500	2,625
Чавунні Мідні	2	4	39,000	19,500
IV. Змішані виробництва				
Екіпажні	6	61	12,699	2,117
Машинно-технічні	8	164	47,462	5,933
Столярні	12	24	4,600	383
Всього	657	6,469	4,147,553	156.649

Джерело: систематизовано автором [7]

невеликий спад, який становив лише 7 одиниць (з 664 до 657 промислових підприємств). Що до кількості робітників, то їх кількість збільшилась з чотирьох тисяч двохсот шістдесяти восьми осіб до шести тисяч чотирьохсот шістдесяти дев'яти осіб, де різниця становила дві тисячі двісті одну особу. Збільшились також і обсяги виробництва з одного мільйона шестисот тридцяти дев'яти тисяч п'ятисот шістдесяти п'яти рублів до чотирьох мільйонів ста сорока семи тисяч п'ятисот п'ятдесяти трьох рублів. Різниця склала два мільйони п'ятсот сім тисяч дев'ятсот вісімдесят вісім рублів. Середня сума прибутку на одне промислове підприємство зросла з двох тисяч чотирьохсот шістдесяти дев'яти рублів (1849 р.) до шести тисяч трьохсот тринадцяти рублів (1862 р.), що становило три тисячі вісімсот сорок чотири рублів. Загальна сума виробництва зросла в 2,5 рази. Середня сума виробництва на один завод зросла в 2,6 рази.

Якщо подивитися по галузях, то збільшилася кількість заводів та обсяги виробництва у салотопних, свічкових, миловарних та шкіряних напрямках. Зросло виробництво на суконних заводах з 11 до 65 (на 54 заводи). Кількість робітників зменшилася з 1 025 до 593 (на 432 робітники). Зменшилася також і сума виробництва з 491 350 рублів до 202 401 рубля (288 949 рублів). Зменшення робітників у галузі може вказувати на можливу зміну технології виробництва, але спад галузі дану гіпотезу нівелює.

Що до винокурень, то їх кількість збільшилася лише на 1 завод, з 214 (1849 р.) до 215 (1862 р.). Сума їхнього виробництва збільшилася з 1 011 796 до 2 019 682 рубля (+1 007 886 руб.). Це пов'язано з тим, що вигідніше було зерно переробити у спиртові напої, ніж вести його у порти та продавати по низьким цінам.

Таблиця 4

Динаміка розвитку промисловості Подільської губернії за 1862–1866 рр.

Галузь промисловості	1862	1863	1864	1865	1866
Свічкосальні заводи	48	66	62	63	62
Салотопні заводи	21	13	12	17	16
Миловарні заводи	11	13	17	16	14
Шкіряні заводи	30	41	42	81	67
Суконні заводи	65	63	63	75	82
Крупорушні заводи	5	3	2	-	-
Поташні заводи	7	2	2	-	-
Цукрові заводи	39	32	35	34	22
Олійні заводи	3	1	8	17	6
Воскові заводи	2	2	1	6	3
Винокурні заводи	215	180	179	166	151
Тютюнові заводи	2	9	8	16	15
Горілчані заводи	3	2	3	7	7
Медоварні заводи	1	1	3	3	2
Винні заводи	1	1	2	2	1
Фарбувальні заводи	1	1	1	2	1
Броварні заводи	2	1	1	1	1
Паперові заводи	2	1	1	1	1
Черепичні та гончарні заводи	17	22	25	45	18
Цегельні заводи	7	57	76	100	98
Вапнякові заводи	4	7	23	17	29
Скляні заводи	7	2	1	2	1
Нафтові заводи	4	1	1	-	-
Чавунні заводи	2	-	-	-	-
Мідні заводи	2	1	1	1	1
Екіпажні заводи	6	7	10	9	8
Машинно-технічні заводи	8	1	1	1	-
Столярні заводи	12	16	17	45	40
Всього	**657**	**576**	**620**	**1,297**	**776**

Джерело: систематизовано автором [7]

Надзвичайно великі прибутки приносили цукрові заводи, оскільки ще в 1849 р. на місцях продавали свій цукор сумнівної якості по 10 руб. за пуд. Проблема була лише в тому, що у губернії було мало майстрів, які знали специфіку роботи [1, с.121]. Ця галузь підвищувала добробут населення, що проживало навколо заводів, оскільки пропонувала хороші заробітки. У порівнянні з 1849 р., коли працювало 24 заводи, у 1862 р. кількість цукрових заводів збільшилася на 15 заводів до 39 одиниць. Збільшення кількості заводів, робітників та суми виробництва свідчить про розширення цієї галузі та інвестиції в неї.

Таким чином, загальна тенденція розвитку промислових підприємств Подільської губернії за 1849–1862 роки характеризувалася значним зростанням виробництва та капіталу, що свідчить про суттєві позитивні зрушення в економічному розвитку регіону.

Аналіз розвитку промисловості Подільської губернії у пореформений період вказує на незначне коливання в кількості підприємств. Це може свідчити про періоди економічної стабілізації та розвитку. Якщо оцінювати обсяги виробництва, то в 1862 р. їх величина становила 4 147 553 руб., після чого, в наступні роки вони знизились до середнього показника в 3 440 697 руб. З 1862 р., коли працювало 6 469 робітників, намітилась тенденція протягом досліджуваного періоду до зростання працюючих на виробництві. Цей показник в середньому становив 7 453 робітників. Це вказує на поступове зростання виробництва та залучення додаткової робочої сили. Якщо в 1866 р. у Подільській губернії проживало 1 868 857 осіб, то частка робітників становила лише 0,4% від усіх проживаючих. Зниження ефективності виробництва може вказувати на недостатнє його технологічне оснащення, що підтверджує нашу думку про його дрібнотоварність. З 1862 р. ефективність одного робітника (641 руб.) поступово почала знижуватись до 462 руб. у 1866 р. Це може свідчити про проблеми з ефективністю виробництва або зростанням витрат на виробництво. Зниження продуктивності може вказувати також на те, що машинні технології або ще не були впроваджені, або впроваджувалися повільно. Зростання кількості робітників свідчить про формування робітничого класу та поступовий перехід до використання найманої праці.

Реформа 1861 р. сприяла створенню значного резерву вільної робочої сили у регіоні, що було необхідним для розвитку промисловості. Селяни, які втратили землю або не могли ефективно господарювати на своїх наділах, змушені були шукати заробіток на підприємствах. Але це була не кваліфікована робоча сила, яку можна було використовувати лише на ручних низько кваліфікованих роботах. Це, на наш погляд, більше гальмувало, ніж розвивало підприємство.

У пореформений період більшість заводів губернії були зосереджені на переробці сільськогосподарської продукції (зерна, цукру, тваринної сировини). Це свідчить про залежність промисловості від сільського господарства, яке продовжувало бути основним видом діяльності населення губернії. Серед харчових продуктів домінуюче становище займало виробництво цукру, пива, спиртних напоїв, круп, олії тощо. Частка підприємств, зайнятих обробкою корисних копалин та металургією, була невеликою. Це вказувало на відсутність потужної сировинної бази та обмежені можливості для розвитку важкої промисловості.

Підприємства, що займались обробкою тваринних продуктів у Подільській губернії у пореформений період, відігравали важливу роль у місцевій економіці. Вони не лише забезпечували населення необхідними товарами (жиром, свічками, виробами із шкіри тощо), але й сприяли розвитку тваринництва та пов'язаних з ним галузей.

Технологічний рівень у салотопному, свічковому, миловарному, шкіряному виробництвах був досить простим, що визначало масштаби виробництва. Величина виготовленої продукції була невеликою, тому тваринницькій галузі губернії, яка у цей час була в занепаді, все ж вдавалось забезпечити її сировиною. Обсяг виробництва салотопних заводів у досліджуваний період коливався від 14 460 до 26 113 руб. на рік.

Найбільш прибутковими у досліджуваний період були винокурні та цукрові заводи. Цукрова промисловість відігравала ключову роль у промисловому секторі Подільської губернії в середині XIX століття. Цьому сприяли декілька факторів: родючі ґрунти, що дозволяли успішно вирощувати цукровий буряк — основну сировину для виробництва цукру, та дешева робоча сила, яку отримали заводи після реформи тисяча вісімсот шістдесят першого року. Також цю галузь у губернії підтримувала російська держава, що надавала різноманітні пільги та кредити. А зростання населення та урбанізація в Російській імперії привели до значного збільшення попиту на цукор як на харчовий продукт.

Цукрове виробництво було сезонним, що пов'язано з вегетаційним періодом цукрового буряка. Більшість заводів були зосереджені в районах з найбільшими площами під цукровим буряком. І це виробництво дійсно можна було назвати заводським, оскільки їхнє устаткування було складним, механічним, і часто новітнім, для того щоб підвищити продуктивність і якість продукції. У губернії працювало від 32 до 39, в залежності від проміжку часу, цукрових заводів. Цукровий буряк сіявся на відстань 20–25 верст навколо заводів. Плантації сягали від 1 до 250 десятин. На той час вважалося, що цукрові заводи вбивали навколо себе сільськогосподарське виробництво, оскільки приваблювали до себе на роботу робочу силу, що завдавало шкоди сільськогосподарському виробництву. Робітників брали на роботу на термін від 3 до 5 місяців для натирання цукрового буряка. Повний робітник міг отримати в місяць до 5 руб., а напівробітник — до 3 руб. 50 коп. з харчуванням від заводу [4, с. 19].

Таблиця 5

Кількість цукрових заводів на Поділлі у 1864–1865 роках, та величина виробленого цукру й використаного буряка

Повіт	Кількість цукрових заводів	Вироблено цукру (берковців)	Використано буряка (берковців)
Брацлавський	3	118,159	196,932
Вінницький	5	46,636	79,536
Гайсинський	2	24,480	40,800
Кам'янецький	3	39,816	66,360
Літинський	3	19,472	33,912
Летичівський	6	22,035	40,288
Могилівський	7	91,728	152,880
Ольгопільський	1	30,672	4,089
Проскурівський	1	7,470	12,450
Ушицький	1	16,902	28,170
Ямпільський	1	30,024	50,040

Джерело: систематизовано автором [7]

Розвиток цукрової промисловості значною мірою залежав від географічного положення. Навколишні ліси служили недорогим джерелом дров, які місцеві євреї продавали за цінами від 30 до 70 рублів за зруб, переважно для потреб цукрових заводів. З місцевої деревини також виготовляли бочки, необхідні для транспортування цукру. Ціни на цукор були відносно стабільними: пісок продавали по 3–4 рублі за пуд, а рафінований цукор — по 6–7 рублів.

Цукрові заводи також отримували додатковий прибуток, займаючись відгодівлею худоби, яку годували відходами виробництва, такими як бурякові залишки, жом і барда. Останню часто продавали місцевим поміщикам, що додатково збільшувало доходи підприємств.

Найбільшими за своєю продуктивністю вважались цукрові заводи: графа Потоцького в м. Забужжі Вінницького повіту; поміщика Чарномського в с. Чорномині Ольгопільського повіту; Березовського в с. Соснівці, Держкій, Вищеольчедаєві Могилівського повіту [7, с. 37].

Винокурна промисловість була тісно пов'язана з сільськогосподарським виробництвом і спеціалізувалася на виготовленні етилового (винного) спирту з продуктів сільського господарства, таких як зерно, картопля і меляса. У пореформений період (після

Таблиця 6

Продуктивність цукрових заводів по повітах (1865–1866 рр.)

Повіт	Завод	Продуктивність (берковців)
Брацлавський	Капустини	35,856
	Тростянець	72,827
Вінницький	Корделівка	12,672
	Уладівка	16,560
Гайсинський	Красносілка	13,392
	Могильна	11,088
Кам'янецький	Груди	13,176
	Левада Корбчіївська	23,328
Літинський	Качанівка	13,824
Могилівський	Борщівці	10,440
	Серебринці	21,168
	Маньківці	12,600
	Шатаківка	14,976
	Дзержкопілля	14,544
Ольгопільський	Чорномина	30,672
Ушицький	Курилівці Муровані	16,902
Ямпільський	Моївка	30,024

Джерело: систематизовано автором [7]

Таблиця 7

Загальна кількість винокурних заводів у Подільській губернії

Повіт	Кількість винокурних заводів
Брацлавський	32
Вінницький	35
Кам'янецький	33
Летичівський	2
Могилівський	27
Проскурівський	38
Ямпільський	23
Балтський	24
Всього	214

Джерело: систематизовано автором [7]

1861 року) галузь досягла піку свого розвитку, але реформа, яка встановила фіксований акциз на вихід спирту, призвела до закриття багатьох заводів. Наприклад, у 1862 році в губернії функціонувало 215 винокурень, а вже у 1866 році їх кількість скоротилася до 151 [6, с. 24].

Продукція винокурень включала спирти, ром, бальзами, настоянки та наливки. Згідно з дослідженнями Степник З. М., винокурна промисловість була однією з перших, де застосовувалося парове обладнання. Використання парових двигунів і постійне оновлення технологій (від періодичних апаратів «Дорна» та «Кофі» до безперервно діючих систем «Пістріуса» та «Савалля») свідчило про високий рівень технічного розвитку галузі [8, с. 5].

Інфраструктура винокурних підприємств була добре розвинена, з розташуванням заводів поблизу торгівельних шляхів або річкових пристаней для зручного транспортування продукції гужовим транспортом.

Найбільш прибутковими винокурними заводами вважались: Галайковецький — 22.136 руб., Дашковецький — 20,860 руб., Ягорлинський — 28.365 руб. Загальний прибуток винокурень становив 71.361 руб. На тлі великих прибутків промисловості, становище робітників на заводах у більшості випадків було незадовільним: мізерна заробітна плата, жахливі умови їх праці, зростало поширення захворювань і навіть смертність через недотримання елементарних правил охорони праці та техніки безпеки [8, с. 6].

У пореформений період відбулося зникнення деяких галузей, таких як крупорушні, поташні заводи, а також чавунні заводи. На наш погляд, це могло бути пов'язане з технологічними змінами або зниженням попиту на їхні продукти. Зростання кількості заводів у галузях, таких як черепичні та гончарні, цегельні та столярні заводи, може свідчити про зростаючий попит на будівельні матеріали та меблі.

У досліджуваний період більшість робітників на промислових виробництвах становили євреї (1,616 осіб), за ними йшли християни — 1,384 працівники, а найменшою групою були іноземні працівники — 1,086 осіб. Серед працівників переважали чоловіки — 6,195 осіб, тоді як жінок-робітниць було 1,241. Деякі заводи, такі як механічні (338 чоловіків), чавунні (10 чоловіків) та мідноплавні (8 робітників), не мали жінок у своєму складі.

Харчова промисловість була найбільш продуктивною галуззю з 3,383 зайнятими працівниками, тоді як швейна промисловість, з 1,086 працівниками, була найменш продуктивною. Харчова та швейна промисловість були найбільшими роботодавцями, тоді як взуттєва та паперова промисловість створювали найменше робочих місць — 383 та 486 працівників відповідно [9, с. 182].

Територіальний аналіз показав, що Проскурівський повіт мав найбільшу кількість заводів, включаючи 38 винокурень, 8 броварень, 29 цегельних заводів та інші. Натомість, Ольгопільський повіт мав лише кілька цукрових та дубильних заводів. Новоушицький повіт лідирував за сумою прибутків, з 87 заводами, які генерували 563,745 рублів.

Висновки. Таким чином, розвиток промисловості в Європі та Російській імперії мав різний характер: у Європі це був еволюційний процес, тоді як у Росії — штучно створена система з сильним державним регулюванням.

Дослідження промисловості Подільської губернії у пореформений період свідчить про складний і багатогранний процес економічного розвитку регіону, який характеризувався як певними успіхами, так і значними проблемами. На початку XIX століття відбулося становлення фабрично-заводського виробництва, що було наслідком як внутрішніх реформ, так і загальних тенденцій розвитку промисловості в Європі. Проте, розвиток промисловості в Російській імперії, зокрема в Подільській губернії, відбувався в умовах значних структурних обмежень, пов'язаних з феодальними відносинами та недостатнім рівнем технологічного розвитку.

Галузі, що базувалися на переробці сільськогосподарської продукції, такі як винокурні та цукрові заводи, відігравали ключову роль у економіці регіону, демонструючи потенціал для зростання та модернізації. Однак, загальний рівень промисловості залишався низьким, а технології — відсталими порівняно з провідними європейськими країнами. Реформа 1861 року, яка скасувала кріпосне право, сприяла збільшенню робочої сили, але не вирішила основних проблем, пов'язаних з низькою продуктивністю, недостатнім капіталовкладенням та технологічним відставанням.

Загалом, промисловий розвиток Подільської губернії у пореформений період був обмежений історичними, соціальними та економічними факторами, що вказує на необхідність більш глибоких структурних перетворень для досягнення сталого економічного зростання та модернізації.

Література

1. Военно-статистическое обозрение Российской империи. Подольская губерния. Т. X, Ч. 2, Санкт-Петербург, 1849. 96 с.

2. Гордуновський О. М. Розвиток промислового виробництва у поміщицьких господарствах Правобережної України першої половини XIX ст. *УІЖ*. 2000. № 1. С. 61–71.

3. Ленин В. И. Империализм, как высшая стадия капитализма. Полн. Собр. Соч. 5-е изд. Т. 27. Москва, 1969. С. 309–325.

4. Материалы для исследования Подольской губернии в статистическом и хозяйственном отношениях / Центр. Стат. Ком. Министерства внутр. Дел. Каменец-Подольск : Тип. Губ. Упр., 1873. 243 с.

5. Муравьев Л. А. Российское предпринимательство в первой половине XIX века. Москва, 1912. 80 с.

6. Подольский губ. Статистический комитет. Труды Подольского губернского статистического комитета: (С карт. Подол. Губ.). Каменец-Подольск, 1869. 173 с.

7. Статистические сведения о Подольской губернии за 1862, 1863 и 1864 годы. Каменец-Подольский, 1865. 69 с.

8. Степник З. М. Розвиток винокурної промисловості в Правобережній Україні у другій половині XIX — на початку XX століття: дис. канд. іст. наук: 07.00.01/ Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2018. 282 с.

9. Столпянский Н. П. Девять губерний Западно-Русского края в топографическом, геогностическом, статистическом, экономическом, этнографическом и историческом отношениях. Санкт-Петербург, 1866. 200 с.

10. Туган-Барановский М. Русская фабрика в прошлом и настоящем. Т. I. Третье издание. Санкт-Петербург, 1907. 596 с.

11. Уставы о промышленности фабричной и ремесленной т. XI, ч. 2, по изданию 1857 года. Сост. Махин П. И. Москва, 1869. 100 с.

12. Landes D. S. An unbound Prometheus: Technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present. Cambridge, New York: Cambridge University Press Syndicate. 1969.

13. Factory. Britannica. URL: https://www.britannica.com/technology/factory (дата звернення: 15.10.2024).

14. Factory system. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Factory_system (дата звернення: 15.10.2024).

15. The industrial revolution. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution (дата звернення: 15.10.2024).

16. Промислова революція: поява робітничого класу у Росії. URL: https://rapsinews.ru/incident_publication/20200825/306188278.html (дата звернення: 15.10.2024).

17. Индустриализация в Российской империи. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B8 (дата звернення: 15.10.2024).

18. The industrial revolution. URL: https://www.history.com/topics/industrial-revolution/industrial-revolution (дата звернення: 15.10.2024).

References

1. Military-statistical review of the Russian Empire. Podolsk province. Vol. X, Ch. 2, St. Petersburg, 1849. 96 p.

2. Gordunovskyi O. M. Development of industrial production in the landed estates of the Right-Bank Ukraine in the first half of the nineteenth century. *UIJ*. 2000. No. 1. P. 61–71.

3. Lenin V. I. Imperialism as the highest stage of capitalism. Complete Collected Works. 5th ed. Vol. 27. M., 1969. P. 309–325.

4. Materials for the study of Podolia province in statistical and economic relations / Center. stat. com. Ministry of Internal Affairs. Kamenets-Podolsk: Tip. Gub. upr., 1873. 243 p.

5. Muravyev L. A. Russian entrepreneurship in the first half of the XIX century. Moscow, 1912. 80 p.

6. Podolsk provincial statistical committee. Proceedings of the Podolsk provincial statistical committee: (With maps of Podolsk province). Kamenets-Podolsk, 1869.173 p.

7. Statistical information about Podolsk province for 1862, 1863 and 1864. Kamyanets-Podolsk, 1865. 69 p.

8. Stepnik Z. M. Development of the distillery industry in the Right-Bank Ukraine in the second half of the XIX century — at the beginning of the XX century: Cand. of History: 07.00.01 / Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk. Ternopil, 2018. 282 p.

9. Stolpyansky N. P. Nine provinces of the West-Russian region in topographical, geognostic, statistical, economic, ethnographic and historical relations. St. Petersburg, 1866. 200 p.

10. Tugan Baranovsky M. Russian factory in the past and present. T. I. Third edition. St. Petersburg, 1907. 596 p.

11. Statutes on the industry of factory and handicraft t. XI, part 2, according to the edition of 1857. Compiled by Makhin P. I. M., 1869. 100 p.

12. Landes, David S. (1969). An unbound Prometheus: Technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present. Cambridge, New York: Cambridge University Press Syndicate.

13. Factory. Britannica. URL: https://www.britannica.com/technology/factory.

14. Factory system. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Factory_system.

15. The industrial revolution. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution.

16. The industrial revolution: the emergence of the working class in Russia. URL: https://rapsinews.ru/incident_publication/20200825/306188278.html.

17. Industrialization in the Russian Empire. *Wikipedia*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B8.

18. The industrial revolution. URL: https://www.history.com/topics/industrial-revolution/industrial-revolution.

УДК 697.7; 697.132.3

Fialko Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of the Department
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

Basok Boris
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of the Department Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Davydenko Boris
Doctor of Technical Sciences, Senior Scientific Researcher, Chief Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Sorokovyi Rodion
Junior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Sorokova Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Senior Scientific Researcher, Chief Researcher
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Novikov Volodymyr
Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10412

MATHEMATICAL MODELING OF AIR FLOW IN ROOMS TAKING INTO ACCOUNT SOLAR RADIATION

Summary. *The article is devoted to the computational studies of the air flow in the of office rooms taking into account the effect of solar radiation coming through window openings. The study was conducted for a room with two windows using two heating devices installed under them. The air regime of rooms in winter, characterized by the highest thermal energy consumption for heat supply, is considered.*

The study is based on the solution of a three-dimensional nonlinear heat transfer problem described by a system of equations of turbulent momentum and energy transfer. The k-ε turbulence model is used to close this system. The results of numerical modeling of the physical situation under study are presented. The research data on the features of the air state of the rooms under solar radiation conditions are given.

Key words: *solar radiation; air regime of rooms; numerical modeling, energy-saving effect.*

Introduction. In modern conditions of constantly growing requirements for rational use of energy resources, the problem of increasing the energy efficiency of buildings is becoming increasingly relevant. Its solution is directly related to in-depth studies of air-temperature conditions of premises of different functional purposes [1–14].

A stable global trend in the study of these modes is the widespread use of mathematical and computer modeling tools. At the same time, the problem of increasing the adequacy of the applied mathematical models is of considerable interest. Thus, it is important to use multidimensional models, which allows analyzing local characteristics of the air-thermal state

of rooms. Particular attention should be paid to taking into account solar radiation entering the rooms through window openings in the mathematical model. This accounting serves to increase the efficiency of heat supply to rooms, which is most significantly manifested in the winter period of the year in the presence of heating.

The aim of the work is to establish, based on mathematical modeling, the patterns of formation of the air condition of office rooms in the winter period of the year in the presence of solar radiation coming through window openings. To determine the contribution of solar radiation to the formation of the microclimate of the room, numerous studies of its air-thermal state were carried out in the absence and presence of solar radiation. As an example, the air-temperature regime of a room with two windows and two radiators installed under the windows is considered. The height of the room is 3 m; length 5.6 m; width 6.3 m. The thickness of the external concrete wall is 0.24 m. The internal walls, floor and ceiling are also made of concrete. The thickness of the internal walls is 0.12 m. The windows in the room are single-chamber. The glass thickness is 3 mm. The distance between the glass sheets is 60 mm. The area of the panel radiators is 0.5 m^2. The width of each panel is 10 mm. The distance between the panels is 100 mm. The case is considered when the temperature of the radiator panels is t_p =40 °C. The outside air temperature is t_c = –10 °C. The heat transfer coefficient value is set from the outside air environment as α_c = 23 W/(m^2 K) according to the recommendations in [15]. In the absence of solar radiation, the temperature regime of such a room was studied in [16]. In the presence of solar radiation, it is considered that it enters the room through the window and hits the section of the wall opposite the window and part of the floor.

Convective movement of the air environment in a room, arising due to uneven temperature distribution, is described by a system of equations of turbulent flow dynamics together with the energy equation. This system includes:

– continuity equation

$$\frac{\partial u_x}{\partial x}+\frac{\partial u_y}{\partial y}+\frac{\partial u_z}{\partial z}=0;$$

– equation of turbulent transfer of momentum along the horizontal axis OX

$$\frac{\partial u_x}{\partial \tau}+u_x\frac{\partial u_x}{\partial x}+u_y\frac{\partial u_x}{\partial y}+u_z\frac{\partial u_x}{\partial z}=$$
$$=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}+2\frac{\partial}{\partial x}\left[\nu_{ef}\frac{\partial u_x}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\nu_{ef}\left(\frac{\partial u_x}{\partial y}+\frac{\partial u_y}{\partial x}\right)\right]+$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left[\nu_{ef}\left(\frac{\partial u_x}{\partial z}+\frac{\partial u_z}{\partial x}\right)\right];$$

– equation of turbulent momentum transfer along the horizontal axis OY:

$$\frac{\partial u_y}{\partial \tau}+u_x\frac{\partial u_y}{\partial x}+u_y\frac{\partial u_y}{\partial y}+u_z\frac{\partial u_y}{\partial z}=$$
$$=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}\left[\nu_{ef}\left(\frac{\partial u_y}{\partial x}+\frac{\partial u_x}{\partial y}\right)\right]+2\frac{\partial}{\partial y}\left[\nu_{ef}\frac{\partial u_y}{\partial y}\right]+$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left[\nu_{ef}\left(\frac{\partial u_y}{\partial z}+\frac{\partial u_z}{\partial y}\right)\right];$$

– the equation of turbulent momentum transfer along the horizontal axis OZ:

$$\frac{\partial u_z}{\partial \tau}+u_x\frac{\partial u_z}{\partial x}+u_y\frac{\partial u_z}{\partial y}+u_z\frac{\partial u_z}{\partial z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}+g\beta\Delta T+$$
$$+\frac{\partial}{\partial x}\left[\nu_{ef}\left(\frac{\partial u_z}{\partial x}+\frac{\partial u_x}{\partial z}\right)\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\nu_{ef}\left(\frac{\partial u_z}{\partial y}+\frac{\partial u_y}{\partial z}\right)\right]+$$
$$+2\frac{\partial}{\partial z}\left[\nu_{ef}\frac{\partial u_z}{\partial z}\right],$$

where $\nu_{ef}=\nu_{ef}+\nu_t$; $\nu_t=C_\mu\frac{k^2}{\varepsilon}$;

– energy equation for air

$$\frac{\partial T}{\partial \tau}+u_x\frac{\partial T}{\partial x}+u_y\frac{\partial T}{\partial y}+u_z\frac{\partial T}{\partial z}=$$
$$=\frac{\partial}{\partial x}\left(a_{ef}\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(a_{ef}\frac{\partial T}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(a_{ef}\frac{\partial T}{\partial z}\right),$$

where $a_{ef}=a+a_t$.

This system of equations is supplemented by the equations of the $k-\varepsilon$ turbulence model:

$$\frac{\partial k}{\partial \tau}+u_x\frac{\partial k}{\partial x}+u_y\frac{\partial k}{\partial y}+u_z\frac{\partial k}{\partial z}=$$
$$=\frac{\partial}{\partial x}\left[\left(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\left(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial y}\right]+\frac{\partial}{\partial z}\left[\left(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial z}\right]+$$
$$+\nu_t S^2-\varepsilon;$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau}+u_x\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}+u_y\frac{\partial \varepsilon}{\partial y}+u_z\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}=$$
$$=\frac{\partial}{\partial x}\left[\left(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\left(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial y}\right]+\frac{\partial}{\partial z}\left[\left(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}\right]+$$
$$+C_1\frac{\varepsilon}{k}\nu_t S^2-C_2\frac{\varepsilon^2}{k},$$

where

$$S^2=\left(\frac{\partial u_x}{\partial y}+\frac{\partial u_y}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial u_y}{\partial z}+\frac{\partial u_z}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial u_z}{\partial x}+\frac{\partial u_x}{\partial z}\right)^2+,$$

$$+2\left(\frac{\partial u_x}{\partial x}\right)^2+2\left(\frac{\partial u_y}{\partial y}\right)^2+2\left(\frac{\partial u_z}{\partial z}\right)^2$$

$$C_\mu=0{,}09;\ C_1=1{,}44;\ C_2=1{,}92;\ \sigma_k=1;\ \sigma_\varepsilon=1{,}3\ .$$

The temperature field in enclosing structures is described by the heat conductivity equation.

$$\frac{\partial T}{\partial \tau}=\frac{\partial}{\partial x}\left(a_c\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(a_c\frac{\partial T}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(a_c\frac{\partial T}{\partial z}\right),$$

where ac is the thermal diffusivity of the enclosing structures of the room (room walls or window glass).

The system of equations of dynamics and heat transfer together with the limit conditions was solved by the control volume method [17].

The results of calculating the velocity and temperature fields in the room in the absence of solar radiation are shown in Fig. 1. The data are given for the vertical section B-B, parallel to the side walls intersecting the panels in the middle of one of the radiators.

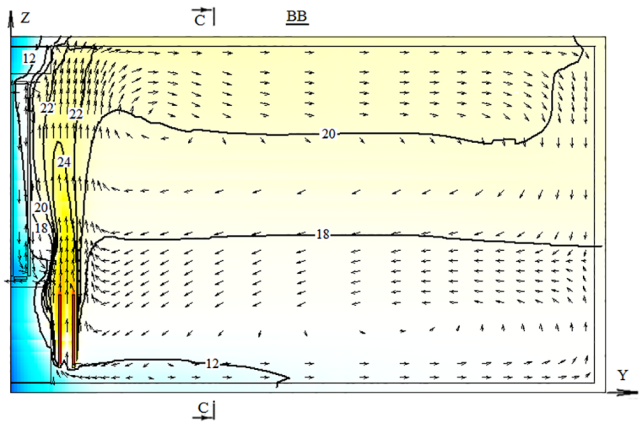


Fig. 1. Fields of air velocity vectors and temperature in vertical section B–B for t_p = 40 °C; t_c = –10 °C in the absence of solar radiation

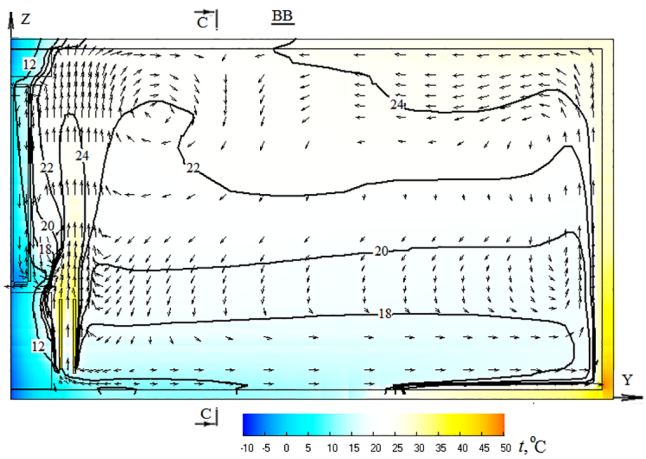


Fig. 2. Fields of air velocity vectors and temperature in vertical section B–B for t_p = 40 °C; t_c = –10 °C in the presence of heat input from solar radiation

From Fig. 1 it is evident that circulation currents are formed in the upper and lower parts of the room. The temperature inside the room increases in the direction from the floor to the ceiling. Directly above the floor, the temperature is 12 °C. At a height of 1.4 m from the floor, it increases to 16 °C, and at the ceiling it reaches 19 °C.

The results of the calculation studies obtained in the presence of solar radiation are shown in Fig. 1 and 2. These data refer to cloudless weather conditions on December 22 in Kyiv. The angle of the Sun's altitude, i.e. the angle between the horizon and the beam to the Sun, is 12-00 hours in Kyiv γ = 0.28 radians, and the maximum density of solar radiation q_{sol} = 393 W/m² (in the complete absence of clouds and pollination of the atmosphere). The direction of this flow coincides with the direction from the window cut to the Sun, i.e. is parallel to the beam, making an angle of γ = 0.28 radians with the earth's surface. Over time, the angle γ changes, and the density of solar energy flows falling on the wall and floor changes accordingly. In addition, the sky may be partially covered with clouds. Taking this into account, to calculate the effect of solar radiation on the temperature state of the room, it is assumed that in the interval from 11-00 to 13-00 the average time density of the heat flow from the Sun is somewhat less than the value given above. According to estimates, it is q_{sol} ~ 300 W/m². The density of the heat flow falling on the floor is qsom, $z = q_{sol} \times \sin(\gamma)$, and on the wall opposite the window — q_{sol}, $y = q_{sol} \times \cos(\gamma)$. The results of calculating the velocity and temperature fields in the room when considering the conditions of exposure to solar radiation are presented in Fig. 2.

As can be seen from Fig. 1, 2, in the presence of solar radiation, the air condition of the room changes significantly. This primarily concerns the opposite window of the wall. In addition, a local circulation flow is formed near the ceiling. Also noteworthy is the fact that the overall level of air speeds increases.

Therefore, the presence of solar radiation coming through window openings has a significant effect on the characteristics of the air flow in the room.

Conventions of designation.

a — coefficient of thermal diffusivity of air; *g* — acceleration of gravity; *k* — kinetic energy of turbulence; *p* — pressure; *q* — heat flux density; *T* — temperature, K; *t* — temperature, °C; u_x; u_y; u_z — projections of the velocity vector on the coordinate axes; *x*; *y*; *z*; — rectangular coordinates. Greek symbols — coefficient of air compressibility; ε — rate of dissipation of kinetic energy of turbulence; ν — kinetic coefficient of molecular viscosity; τ — time. Subscripts *t* — turbulent *c* — external environment; *ef*-effective, *r* — radiator; sol — solar

References

1. Kudia S. O. Non-traditional and renewable energy sources. Kyiv: NTUU "KPI". 2012. 492 p.

2. Basok B. I., Veremiychuk Yu. A. Assessment of the resource potential of solar power generation in the Odesa region. Kyiv: Vydavnychyy dim "Kalita". 2018. 250 p.

3. Fialko N. M., Chernykh L. F. Thermal state of three-layer external walls of a room with floor electric heat-accumulation heating. *Industrial heat engineering.* 2004. 26(5). P. 48–56. URL: https://scholar.google.com/scholar_host?q=info:rZchIxYDtMMJ: scholar.google.com/&output=viewport&pg=48&hl=en&as_sdt=0 (access date: 15.10.2024).

4. Fialko N. M., Chernykh L. F., Postolenko A. M. Influence of the internal frame of the building on its thermal regime. *Window technologies*. 2005. 20–21. P. 44–47. URL: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=o12KAM0AAAAJ&cstart=400&pagesize=100&sortby=pubdate&citation_for_view=o12KAM0AAAAJ:c59VksA5Vz4C (access date: 15.10.2024).

5. Fialko N. M., Chernykh L. F. Energy-efficient electric heat-accumulating floor heating of residential and public buildings. *Window technologies*. 2005. 22. P. 50–56.

6. Fialko N. M., Chernykh L. F. Theoretical studies of the thermal state of residential and public buildings heated by electric heat-accumulating floor heating. *Window technologies*. 2006. 23. P. 40–49.

7. Fialko N. M., Chernykh L. F. Control experimental studies of the thermal regime of residential and public buildings with a floor electric cable heating system of heat accumulation action. *Window technologies*. 2006. 24. P. 33–40.

8. Chernykh L. F., Fialko N. M., Rozinsky D. I., Savenko V. I. Thermal conditions of premises with environmentally friendly heat-accumulating floor electric heating. Kyiv: Sofia-A, 2014. 404 p.

10. Deshko V. I., Bilous I. Yu., Golubenko O. O., Serdechnyi P. Yu., Yarkova N. A. Evaluation of the school's energy efficiency, taking into account local renewable energy sources. *Integrated technologies and energy saving.* 2024. № 1. P. 83–98. https://doi.org/10.20998/2078-5364.2024.1.08.

11. Misiura T. A., Fialko N. M. Calculation Analysis of a Heat Pump Split System Efficiency with Cold Exhaust Air Utilisation. *International scientific journal "Internauka".* 2024. № 5 (160). P. 102–106. https://doi.org/10.25313/2520-2057-2024-7-10154.

12. Scientific and technical foundations of energy-efficient environmentally friendly electric heating of premises, energy saving and energy management. 2nd ed. Revised and supplemented: [monograph] / Under the general editorship of Fialko N. M., Savenko V. I. Kyiv: Center for educational literature, 2018. 472 p.

13. Scientific methods of energy saving, energy management, corrosion control, and efficient process management: monograph / Edited by Fialko N. M., Savenko V. I., Vysotskaya L. N. Kyiv: Center for Educational Literature, 2019. 200 p.

14. Energy-saving environmentally friendly technologies for heating premises and combating corrosion, process control and energy management: monograph / Under the general editorship of Fialko N. M., Savenko V. I., Vysotskaya L. N. Kyiv: Center for educational literature, 2019. 192 p.

15. Misiura T. A., Fialko N. M. Thermodynamic analysis of the efficiency of a heat pump split system with utilization of exhaust air cold. *International scientific journal "Internauka".* 2024. № 5 (160). 72–75. https://doi.org/10.25313/2520-2057-2024-5-9950.

16. SBN V.2.6-31:2006. Constructions of buildings and structures. Thermal insulation of buildings. *Minbud Ukrainy*. Kyiv. 2006. 70 p.

17. Basok B. I., Davydenko B. V., Timoschenko A. V., Goncharuk S. M. Temperature conditions of a room heated by two double-panel radiators. Energy: economics, technology, ecology. 2018. № 4. P. 20–26.

UDC 621.036

Fialko Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of the Department
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

Stepanova Alla
Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

Shevchuk Svitlana
Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

Novakivskii Maksym
Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10352

DEVELOPMENT OF A METHODS FOR MULTILEVEL OPTIMIZATION OF HEAT RECOVERY SYSTEMS

Summary. *The work is devoted to the optimization of complex heat recovery systems for which it is not possible to establish general analytical dependencies of the optimization objective functions on the system parameters. For such systems, a comprehensive multilevel optimization technique is proposed and the basic principles of its development are outlined. A diagram illustrating the main stages of the methodology is provided. For heat recovery systems the criteria for evaluation of their exergy efficiency have been developed, which have high sensitivity to changes in mode and design parameters and serve as objective optimization functions. The proposed methodology improves the optimization efficiency and exergy efficiency of the system.*

Key words: *heat recovery systems; complex techniques; efficiency; optimization.*

Introduction. Currently, Ukraine has the necessary potential to implement effective energy-saving technologies for heat recovery. In this regard, the problem of their development and implementation is relevant for the country's energy sector. The solution to this problem is associated with the need for systematic research into the efficiency and optimization of heat recovery plants from the standpoint of modern methodological approaches.

Problem statement and research method. Modern approaches to analyzing the efficiency and optimization of heat recovery systems include methods of exergy analysis, statistical methods of experiment planning, methods of the theory of linear systems, thermodynamics of irreversible processes, structural, structural-variant methods, etc. [1–6]. To increase the effectiveness of optimization and increase the efficiency of the heat recovery system, it is necessary to use an integrated methodology that combines these methods. The use of this technique allows, when developing the heat-recovery exchangers design of the system, to use parameters that are as close as possible to the optimal ones.

Purpose of the work is to develop a methodology for multilevel optimization of heat recovery systems. Research tasks:

– develop the main stages of the multi-level optimization methodology;
– develop a block diagram and a scheme for recursive traversal of optimization levels, which allows you to reduce a complex multi-criteria and multi-parameter optimization problem to simpler local mutually agreed upon optimization problems of each level.

Materials and methods of research. To analyze the efficiency and optimize heat recovery systems, a comprehensive methodology has been developed, based on the principles of multilevel optimization. The methodology includes methods of exergy analysis, statistical methods of experiment planning, structural-variant

methods, methods of functional analysis. The work provides an example of a developed block diagram of multilevel optimization of a heat recovery system designed for heating return water of boiler plants.

Research results. The creation of new integrated methods for assessing the efficiency and optimization of heat recovery systems includes, as a necessary stage, the development and use of exergy efficiency criteria, which would be the target optimization functions. The proposed heat-exergy and exergy-technological efficiency criteria are highly sensitive to changes in the operating and design parameters of heat recovery systems. This occurs due to the inclusion in them, in addition to thermal characteristics: mass m and thermal performance Q, the magnitude of exergy losses. The developed criteria also serve as target optimization functions. The technique, based on the principles of multilevel optimization, allows one to reduce a complex multi-criteria and multi-parameter optimization problem to simpler local mutually agreed upon optimization problems of each level. The main stages of this method:

- divide the heat recovery system into several optimization levels;
- develop a block diagram and a recursive bypass scheme for optimization levels,
- which allows for constant information exchange between optimization levels (Fig. 1);
- when constructing a mathematical model of a given level, use variable parameters of an object of a given level as variable parameters, and optimal parameters, which are the results of solving local optimization problems of other levels, as constants;
- for the mathematical models constructed in this way, at each optimization level, solve the corresponding optimization problem and determine the optimal values of the parameters;
- refine the resulting optimal parameters using additional iterations.

The developed methodology increases the effectiveness of optimization, since it allows, when developing the heat-recovery exchangers design of the system, to use parameters that are as close as possible to the optimal ones. This, in turn, increases the exergy efficiency of the system.

Conclusions.

A comprehensive methodology for assessing the efficiency and optimization of heat recovery systems has been developed, based on the principles of multilevel optimization.

The developed methodology allows you to set the parameters of heat recovery systems as close as possible to optimal ones. This increases the exergy efficiency of heat recovery systems.

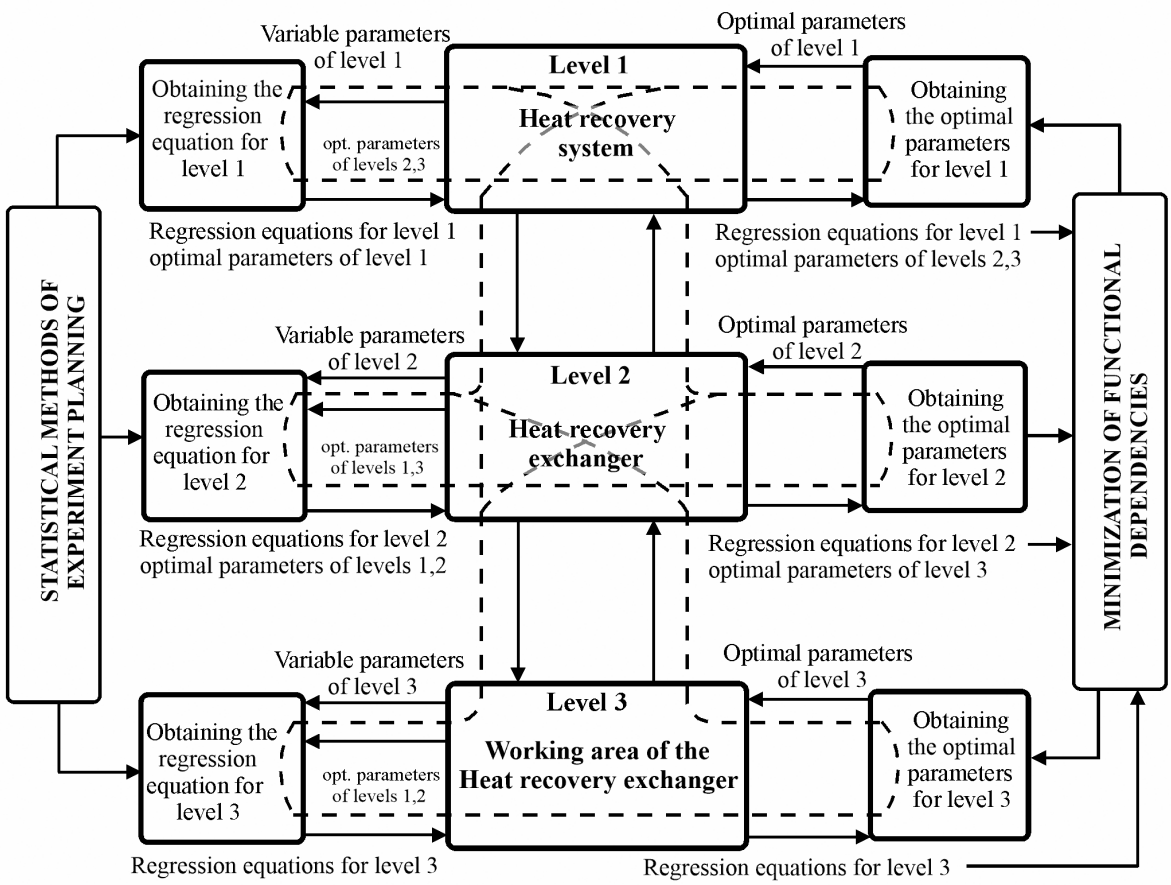


Fig. 1. Block diagram of multilevel optimization of heat recovery system designed for heating return water from boiler houses (the dotted line indicates a recursive bypass scheme for optimization levels)

References

1. Picallo-Perez A., Sala J.M., Tsatsaronis G., Sayadi S. Advanced Exergy Analysis in the Dynamic Framework for Assessing Building Thermal Systems. *Entropy*. 2019. Vol. 22, 1. P. 32. doi: 10.3390/e22010032.

2. Sayadi S., Tsatsaronis G., Morosuk T. Splitting the dynamic exergy destruction within a building energy system into endogenous and exogenous parts using measured data from the building automation system. *International Journal of Energy Research*. 2020. Vol. 44, 6. P. 4395–4410. doi: 10.1002/er.5213.

3. Fialko N., Stepanova A., Navrodska R., Meranova N., Sherenkovskii Ju. Efficiency of the air heater in a heat recovery system at different thermophysical parameters and operational modes of the boiler. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 6, 8(96). P. 43–48. doi: 10.15587/1729-4061.2018.147526.

4. Fialko N., Stepanova A., Navrodska R., Shevchuk S. Comparative analysis of exergetic efficiency of methods of protection gas exhaust ducts of boiler plants *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 3, 8(111). P. 42–49. doi: 10.15587/1729-4061.2021.234026.

5. Fialko N., Stepanova A., Navrodska R., Gnedash G., Shevchuk S. Complex methods for analysis of efficiency and optimization of heat-recovery system. *Scientific and innovation*. 2021. 17(4). P. 11–18. https://doi.org/10.15407/scine17.04.011.

UDC 666.1

Nadtochii Yurii
Doctor of Economics
Cracow University of Economics

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10388

TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF GLASS FIBER REINFORCED POLYMERS (GFRP) AND CARBON FIBER REINFORCED POLYMERS (CFRP)

Summary. *The introduction highlights that composite materials made of polymers reinforced with carbon fiber (CFRP) or glass fiber reinforced polymers (GFRP) are frequently used for energy absorption in modern vehicles. The raw material base for the production of glass fiber and carbon fiber has been investigated. The advantages and disadvantages of the most common raw materials are outlined, along with the specific technological operations involved in the production of composite materials based on them. It is noted that glass fiber (GFs) is currently considered one of the most adaptable production materials due to its availability and the ease of manufacturing using abundant raw material resources.*

The essence of the main technological operations in the production of composite materials from glass fiber is described. A schematic representation of the industrial stages of fiberglass production is provided. The results of previous studies on the mechanical properties of fiberglass are presented, and methods for improving the properties of the finished composite material are suggested. The methods of production, properties (mechanical, vibrational, environmental, tribological, and thermal), advantages, limitations, and main areas of application of composites based on glass fiber and carbon fiber are thoroughly reviewed.

Key words: *Glass fiber, glass fiber reinforced polymers (GFRP), carbon fibers (CFs), polyacrylonitrile (PAN), compression molding, casting process, mold, resin transfer molding, Hand Lay-Up – HLU.*

Throughout human history, from the earliest civilizations to the innovations of the future, composite materials have played a key role in it. They are significantly different from steel or aluminum in several parameters: they have low weight, high strength and rigidity, absorb vibrations well, are flexible in design, and have resistance to corrosion and wear. These properties make them popular in many industries from household goods to high-tech applications such as medicine, sports, shipping, and construction [1–5].

Composite materials, which are made of polymers and reinforced with carbon fiber (CFRP) or glass fiber reinforced polymers (GFRP), are often used for energy absorption in modern cars. They have moderate density and higher mechanical characteristics than traditional metals [11].

There are many types of fibers (glass, carbon, aramid, etc.) for making modern fiberglass composites. Fiberglass and carbon fibers are the most common because of their unique properties. Glass fibers have proven themselves well under high tensile loads, while carbon fibers have high compressive strength [15]. Combining these materials makes it possible to create fiberglass composites, which are effectively used in the production of cars, the aerospace industry, sports goods, and many other industries [16–19].

The process of making fibers involves pushing raw materials through tight holes and curing them under various conditions, which promotes the formation of molecules along the axis of the fiber. The industry uses both natural (cellulose, animal, mineral) and artificial (organic, inorganic) fibers, in particular glass and carbon, which are the most popular for the production of high-performance fiberglass composites.

Glass fibers (GFs) are currently considered as one of the most adaptable manufacturing materials due to their availability and the possibility of easy fabrication using unlimited raw material resources.

Today, glass fibers (GFs) are actively used in the production of structural composites, in electronics, shipbuilding (boat hulls), printed circuit boards, aerospace, automotive (in particular, for rubber tires and light parts), as well as in special purpose products. Glass fibers have unique characteristics, such as low thermal conductivity, high strength, excellent electrical insulation, elasticity, non-flammability, rigidity and resistance to chemical influences. They can be in the form of individual strands, cut fibers, threads, fabrics and mats. Each type of fiberglass has its own characteristics and is used for different purposes in the manufacture of fiberglass composites. However, one of the significant disadvantages

of fiberglass is its relatively low modulus of elasticity [9–10].

As for carbon fibers (CFs), they are made from polyacrylonitrile (PAN), viscose, mesophase pitch, or petroleum products (under protected atmosphere conditions). Carbon fibers are approximately 5–10 micrometers in diameter and are more than 90% carbonized. Their main characteristics include light weight, high stiffness, high tensile strength, fatigue resistance, effective vibration damping, heat resistance, high chemical and corrosion resistance, electrical conductivity, inertness to organic substances, X-ray permeability, self-lubricating properties and low coefficient of thermal expansion. Due to these properties, carbon fibers have become popular in various fields of engineering, such as the aerospace industry, automotive and marine transport, the military, the production of antennas, support structures, construction, the medical field (surgical and X-ray equipment, prostheses, implants), as well as in sports inventory.

Carbon fibers are classified by the type of fibrous precursor materials. These can be fibers based on pitch, PAN, mesophase, viscose, isotropic pitch or gas phase. According to their mechanical properties, they are divided into two main categories: general-purpose fibers and high-performance fibers, which have medium, high (>3.0 GPa) or ultra-high (>4.5 GPa) tensile strength, and low (<100 GPa), medium (200–350 GPa), high (350–450 GPa) or ultrahigh (>450 GPa) modulus of elasticity.

Carbon fibers can be classified based on their final heat treatment temperature (FHTT). Class I includes fibers that have undergone high-temperature treatment (over 2000 °C) and are characterized by a high modulus of elasticity. Class II covers fibers after medium heat treatment (above 1500 °C) and this class of fibers has high strength. Class III covers fibers with low heat treatment (less than 1000 °C) and they have low modulus and low strength. Depending on the production methods, carbon fibers (800–1600 °C), oxidized fibers (oxidation at 200–300 °C), graphite fibers (2000–3000 °C), activated CFs and fibers grown from steam are distinguished [6–8].

According to the functional purpose, carbon fibers are classified into several categories: fire-resistant fibers, fibers for structural loads, activated fibers (for adsorption), lubricating fibers, conductive, corrosion-resistant and wear-resistant fibers.

Technologies for the production of composites based on fiberglass and carbon fiber also deserve a detailed study. According to Kumar V. [12], the perfect production technology can be defined by the following characteristics: minimum material costs (low material storage costs, low value-added materials and transportation costs) and finishing requirements (mesh mold production), high productivity (low labor intensity, short cycle time), maximum geometry (complexity of dimensions and shape of the part) and properties (variety of types of fittings/matrixes and the ability to control the main properties), flexibility, reliability and high manufacturing quality (low variability and percentage of defects). However, there is no production technology that would simultaneously meet all these requirements, which are in demand in all leading industries.

Analysis of the scientific literature [13–14] proved that the autoclaving and filament winding processes provide the best quality of the parts, while compression molding provides the lowest equipment costs and optimal dimensions. The best performance is achieved with injection molding. In the conditions of the rapidly changing market of composite structures, the industry is forced to constantly improve the methods of manufacturing fiberglass materials, developing new types of reinforcing materials, polymer systems and their combinations. At the same time, the main task is to reduce costs, reduce processing time, as well as reduce the weight and size of fiberglass parts.

In the development of FRP (reinforced plastic) composite materials, along with numerous material combinations, various modern technologies are used to manufacture fiberglass and carbon fiber components, such as contact molding and compression molding. The use of these methods allows you to optimize the properties of materials, the shape of products, their processing time and production costs.

Technologies for forming composites under pressure make it possible to create products with minimal labor costs that already have two or more finished surfaces [20–25]. These methods include injection molding, the use of silicone rubber, low pressure and temperature molding, transfer molding, resin transfer, and injection molding using structural molds.

The composite injection molding (IM) process, also known as “thermoplastic injection molding” or “thermoplastic molding”, involves injecting a molten or softened thermoplastic material under high pressure into a pre-prepared mold. This is a reversible formation process. The press mold consists of several main parts: a nozzle, movable and fixed plates, a heating nozzle, a loading hopper, a vacuum system, a screw for spreading or laminating, a closing mechanism and a console (Fig. 1). The press mold consists of two parts: fixed and movable plates. It is usually made of aluminum alloys, which allows reducing production costs due to easier and faster processing compared to steel.

After the aluminum mold is made, the composite material, which can be in the form of granules, pellets, balls or powder, is loaded into the hopper. The material is then transported using an auger that rotates in a heated drum. Thanks to the rotation of the screw and temperature control (up to 200 °C), the granules are gradually softened and transformed into a molten mass. This molten plastic is injected under high pressure through a nozzle into a mold using a hydraulic injection molding machine. After cooling, the product acquires the desired solid shape and is pulled out of

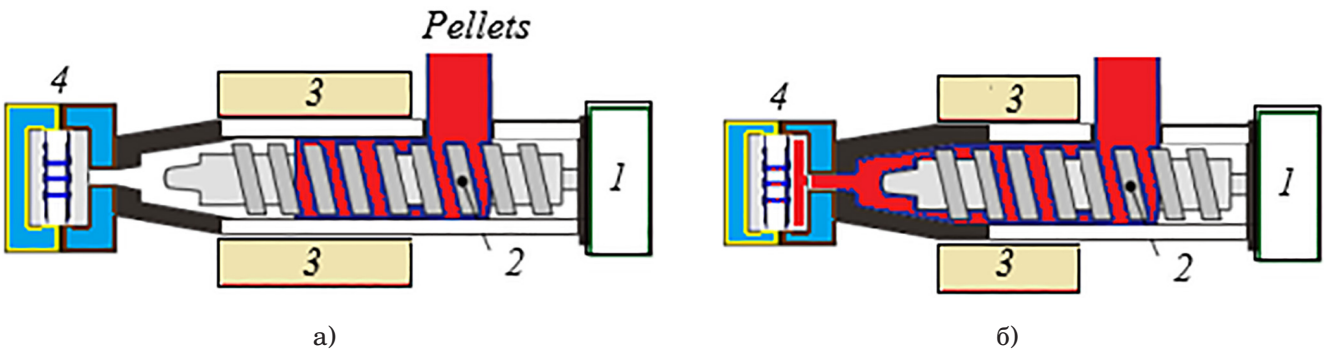


Fig. 1. The main technological operations of casting composite material under pressure: injection — a) and forming — b)
1 — motor, 2 — screw, 3 — heater, 4 — mold

the mold with the help of push-out mechanisms. At this stage, the process can be repeated again, starting a new cycle (Fig. 1).

This technology makes it possible to produce a large number of identical parts from high-quality fiberglass with minimal production cycles. The manufactured components have the same mechanical properties that meet mass production standards and range from very small elements weighing only a few grams (e.g. electronic components) to large parts weighing several kilograms (e.g. car body panels).

Silicone Rubber Molding (SRM) technology is widely used to create models in a variety of leading industries, including automotive and electronics.

Xiao Y. and others [26] created a fiberglass composite structure using glass fibers (GFs) and silicone rubber (SRM). In order for the SRM to serve as a release material for the molds, the researchers polished its surface and applied hard wax to it. After that, to ensure uniform distribution of the pure resin, a gel coating of unsaturated polyester resin was applied to the surface of the mold. After the gel coating hardened, layers of fiberglass and resin began to be applied. With the help of rollers, fiberglass was soaked with resin and evenly wetted. Then, for final sealing of the structure, a polymer film was applied.

Compression molding (CM) is a method of manufacturing fiberglass products, in which a preheated (or cold) reinforcing package is placed in an open and heated mold cavity [27]. The form is fixed in a mechanical or hydraulic press. The two metal halves of the mold are heated, after which they are closed and high pressure is applied. Under the influence of pressure, the FRP material adapts to the shape, giving the product the required shape. External pressure and temperature are maintained until the material solidifies. The forming time, which depends on the thickness and dimensions of the product, can vary from a few seconds to a few minutes. In the CM process, various thermosetting resins are used, which are used in a partially hardened state in the form of pastes, granules or blanks.

As such, CM is the simplest form of SRM process, which was originally developed to produce fiberglass parts as replacements for metal components, especially in the automotive industry (e.g. spoilers, fenders, hoods, and buckets). This method provides short production cycles, easy automation, high productivity and dimensional stability. Pressed parts made of fiberglass have two perfectly finished surfaces and are characterized by high repeatability of parameters.

In practice, high-temperature CM technology is often used to produce strong fiberglass components and complex large-size parts (both flat and moderately curved) in various sizes. In addition, compared to other fiberglass manufacturing methods (IM, RTM, TCM), CM is one of the most economical molding processes. Another advantage of this method is a significant reduction of material waste, which is a significant advantage when working with expensive compositions. In addition, costs for further processing are minimal [28].

However, in order to improve the quality of products made with CM, there are several important challenges that need to be addressed in future research. In particular, it is necessary to determine the exact amount of material that is required to manufacture the product, the minimum amount of energy and time required to heat the material, the optimal heating method, and the optimal pressing force. In addition, it is important to design a mold that will ensure rapid cooling after the process is completed.

Resin transfer molding (RTM), also known as fluidic molding, is a manufacturing technology for fiberglass composites. It is a method that uses closed molds and is suitable for the production of high-quality composite parts in small quantities. With relatively short production cycles, low equipment costs, and minimal labor costs, this method is used to produce automotive truck panels, boat hulls, aerospace components, and wind turbine blades. RTM is a low-temperature, low-pressure (typically 3.5–7 bar) process in which a low-viscosity liquid thermosetting resin is applied to pre-laid reinforcing materials. This method is suitable for a variety of fiber types, including woven materials,

mats, and harnesses. In addition, the use of glass fibers (GFs) and carbon fibers (CFs) in the RTM process has been reported to increase the strength and stiffness of FRP composites.

The RTM process includes five main stages: preparing the workpiece, placing it in the mold, filling the mold by injecting resin, the curing process, and dismantling the finished part. Initially, a release gel is usually applied to the surface of the mold to facilitate removal of the fabricated FRP composite. Then, oven-dried reinforcing fibers (usually a blank or roll material cut according to a certain pattern) are placed in the cavity of the mold, which is covered with a molding coating. Two heated mold plates are tightly compressed to prevent resin leakage [29].

Next, the resin together with the catalyst is mixed in special dosing equipment, after which this mixture is injected under low or medium pressure through one or more injection holes (depending on the complexity of the shape of the part) into the fibrous blank. After cooling the mixture of the matrix and the reinforcing material, various tools are used to remove the finished fiberglass part from the ventilated mold. Moreover, an additional curing process is necessary to achieve full curing of the resin.

In addition, due to the surface treatment of the composites, a uniform distribution of fibers in the matrix is achieved and their compatibility with the matrix material is improved. High manufacturing speed and relatively low cost make this method more attractive compared to other rapid prototyping technologies. This makes it a cost-effective and efficient way of manufacturing plastics.

The injection molding process allows recycled or colored plastic to be added to the base material, with the parts typically requiring little additional processing, and in some cases none at all. The pressure contact molding method helps reduce cost when only one quality surface is required and speeds up product development by simplifying mold making.

The Hand Lay-Up (HLU) method is the simplest and one of the oldest in the production of fiberglass composite materials. This method is actively used in the small-scale production of large structures in such industries as marine (boat hulls and related parts), automotive (body panels), energy (wind turbine blades), transport (large containers) and household (swimming pools, bathtubs, garden ponds and architectural elements) [10].

HLU technology includes creating a high-quality product surface and protecting the mold from moisture by applying a thin layer of pigmented gel coating to the mold. This gel also acts as an anti-adhesive, making it easier to remove the finished product from the mold. After the gel layer has hardened, a reinforcing material is applied to the form. Next, a thermosetting liquid resin (usually epoxy or catalyzed polyester) is poured over the reinforcing layer, which can consist of continuous or chopped fibers, fabrics, mats or canvases.

Manual rolling is also performed to remove air trapped between the reinforcing fibers, which helps to improve the bond between the matrix and the reinforcing material. In addition, rolling helps to compact the FRP composite material and thoroughly impregnate the reinforcing fibers with resin. To achieve the desired thickness of the fiberglass composite material, additional layers of resin and reinforcing material are gradually added. To harden the composite, instead of using external heating, you can use catalysts or accelerators.

The HLU method uses inexpensive equipment and is primarily used to produce fiberglass parts with a large area-to-thickness ratio. Simplicity of component processing, high flexibility in creating complex shapes and the possibility of easy design changes make it possible to manufacture parts of various sizes. This method is ideal for prototyping and manufacturing small batches or individual large parts. However, parts made by the HLU method in open molds have only one well-finished surface, which may require further processing. Thus, parts can have a smooth surface on the mold side, but a rough surface on the exposed side. It is worth noting that increasing the volume content of the resin can significantly increase shrinkage, and the formation of gases and air entrainment can weaken the polymer matrix, which will lead to a decrease in the strength of the components. Accurate dosing of catalyst and resin and their proper mixing are critical to achieving the required curing time. All these aspects create challenges for the development of new approaches in the HLU process. Since HLU is a highly manual process, special attention must be paid to fire safety and resin toxicity.

Among the main difficulties, it is worth noting the confusion of fibers, their short length and the possibility of reuse in other fiberglass composites. The most environmentally acceptable solution to these problems may be the use of recycled carbon fiber (CFs) as an alternative product with high added value.

Characterizing the main mechanical characteristics of fiber-reinforced polymers (FRP), including composites with carbon (CFRP) and glass (GFRP) fibers, the following properties should be noted. The tensile strength of fiberglass depends to a greater extent on the characteristics of the fibers themselves, while the shear strength is much more determined by the properties of the polymer matrix. In comparison, the Young's modulus of an FRP composite structure is mostly determined by the properties of the fibers, and the effect of the matrix material is so small that it is often neglected. However, it is important to note that matrix varieties and their characteristics can still have some effect on the Young's modulus of an FRP composite. In this context, the main task of resin is to transfer loads between fibers.

In terms of vibration performance, fiber-reinforced composites (FRP) can achieve a stiffness per unit weight that is 5 times that of aluminum alloys, and their damping properties can be 100 times better. The property of energy absorption significantly increases the impact resistance of fiberglass. Moreover, structural defects such as cracks, voids, and delamination contribute to a significant increase in damping in modern FRP composites. In the case of solid metal structures, the damping properties are significantly lower and can be improved only by increasing the weight of the material. In hybrid FRP composites, vibration characteristics such as damping capacity and dynamic modulus additionally depend on the order of stacking layers and fiber orientation.

The durability and integrity of glass fiber reinforced FRP composites can change under various environmental conditions, such as temperature, humidity, UV radiation, or chemical exposures, including salt water or alkaline environments. All elements of fiberglass structures are exposed to these factors during operation, but their destruction is determined by specific conditions of use. More extreme operating conditions, such as freeze-thaw cycles or high humidity cycles, can significantly affect material properties.

At low temperatures, fiberglass can change its properties from plastic to brittle, which leads to the appearance of microcracks. As soon as these cracks form, the strength of the composite structure decreases. At the same time, high temperatures can cause softening of the material and deterioration of its main characteristics.

Sanchez Q. and other researchers [18] studied the effect of external factors, such as UV radiation, hygrothermal conditions, aging due to thermal shocks and exposure to salt solution, on the thermal performance of glass fiber (GF)-reinforced polyetherimide (PEI) composites. The experiment was carried out in different temperature conditions with a humidity of 90% for 60 days in sea water. It has been found that the moisture absorption of a PEI/glass fiber laminate is often dependent on temperature and humidity. The moisture absorption curve showed a linear increase in the weight of the material as a function of time, with a maximum moisture absorption of approximately 0.18% observed on day 25. In addition, Mohamed M. and colleagues [14] investigated the effect of temperature on the mechanical properties of epoxy-based fiberglass composite tubular specimens, focusing on the effects of moisture penetration and sensitivity to this factor. They immersed the GF composite tubes in distilled water at 20 °C and 50 °C. The tests lasted for 4 months and it was found that at 20 °C there was a mass accumulation of 0.23%, while at 50 °C it was 0.29%.

The thermal conductivity of glass fiber composites depends on several factors, among which the most important are the type of fiber and matrix, the volume ratio of the fiber, the properties of the fiber itself, the control of heat flow, the interaction between the matrix and fibers, and the ambient temperature. In order to accurately determine the temperature distribution in fiberglass structures, it is necessary to know the thermal conductivity of the medium, since minimal thermal expansion is important for any engineering material. The study of the thermal characteristics of fiberglass composites plays a crucial role in ensuring their functionality, therefore, ideal thermal properties are necessary for the optimal operation of fiberglass.

Conclusions. The raw material base for obtaining fiberglass and carbon fiber was analyzed. The advantages and disadvantages of the most common raw materials are indicated, and the features of technological operations for obtaining composite materials based on them are indicated. The essence of the main technological operations in the production of composite materials from fiberglass is described. A schematic representation of the industrial stages of production of fiberglass is given. The results of previous scientists in the study of the mechanical properties of fiberglass are presented, and ways to improve the properties of the finished composite material are indicated. Production methods, properties (mechanical, vibrational, environmental, tribological and thermal), advantages, limitations and main areas of application of composites based on glass fiber and carbon fiber are considered in detail. The main issues that require resolution involve controlling the uniform distribution of resin and reinforcing material in the mold, preventing defects such as air bubbles or uneven compaction, and minimizing shrinkage during cooling. To enhance the quality of the final products, special vacuum forming methods and additional drying of composites before final polymerization are applied. Additionally, an important aspect remains the investigation of the compatibility of polymer matrices with different types of reinforcing fibers, which will allow for further improvement of the mechanical and operational characteristics of the finished products. Furthermore, ongoing research is focused on optimizing the curing process to ensure better adhesion between the polymer matrix and reinforcement fibers, which can significantly enhance the structural integrity of the composite materials. Innovations in resin formulations, as well as the development of advanced reinforcement techniques, are also being explored to improve the thermal stability and durability of the products under extreme conditions. The integration of nanomaterials into composite structures is another promising area, offering potential improvements in strength-to-weight ratios, corrosion resistance, and overall longevity of the components. These advancements aim to meet the growing demands of industries such as aerospace, automotive, and construction, where high-performance materials are critical for efficiency and safety.

References

1. Karzad A. S., Leblouba M., Al-Sadoon Z. A., Maalej M., Altoubat S. Modeling the flexural strength of steel fibre reinforced concrete. *AIMS Materials Science*. 2023. 10 (1). P. 86–111. doi: 10.3934/matersci.2023006.

2. Sandá A., Ruiz R., Mafé M. Á.l, Sarasua J. A., González-Jiménez A. Scrapping of PEKK-based thermoplastic composites retaining long fibers and their use for compression molded recycled parts. *AIMS Materials Science.* 2023. 10 (5). P. 819–834. doi: 10.3934/matersci.2023044.

3. Shiverskii A. V., Kukharskii A. V. Recycling glass fiber-reinforced plastic in asphalt concrete production [J]. *AIMS Materials Science*. 2024. 11 (2). P. 231–242. doi: 10.3934/matersci.2024013.

4. Alkhatib F., Mahdi E., Dean A. Crushing response of CFRP and KFRP composite corrugated tubes to quasi-static slipping axial loading: experimental investigation and numerical simulation. *Compos. Struct.* 2020. 246. Article 112379. https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2020.112370.

5. Dehrooyeh S., Vaseghi M., Sohrabian M., Sameezadeh M. Glass fiber / Carbon nanotube / Epoxy hybrid composites: Achieving superior mechanical properties. *Mech. Mater.* 2021. 161. 104025. doi: 10.1016/j.mechmat.2021.104025.

6. Fajrin J., Akmaluddin A., Gapsari F. Utilization of kenaf fiber waste as reinforced polymer composites. *Results Eng.* 2022. 13. P. 100380. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100380.

7. Gao X., Cheng L., Tan J., Yang W. Conductive Nanocarbon-Coated Glass Fibers. *J. Phys. Chem. C.* 2020. 124. P. 17806–17810. doi: 10.1021/acs.jpcc.0c03948.

8. Guo R., Jiang S., Hu M., Zhan Y., Cheng K., Duan G. Adsorption of volatile benzene series compounds by surface-modified glass fibers: Kinetics, thermodynamic adsorption efficiencies, and mechanisms. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2021. 28. P. 30898–30907. doi: 10.1007/s11356-020-12227-4.

9. Heudorfer K., Bauer J., Caydamli Y., Gompf B., Take J., Buchmeiser M. R., Middendorf P. Method of Manufacturing Structural, Optically Transparent Glass Fiber-Reinforced Polymers (tGFRP) Using Infusion Techniques with Epoxy Resin Systems and E-Glass Fabrics. *Polymers.* 2023. 15. 2183. https://doi.org/10.3390/polym15092183.

10. Huyan C., Dong Liu, Pan C. Thermally recyclable and reprocessable glass fiber reinforced high performance thermosetting polyurethane vitrimer composites. *Chemical Engineering Journal*. 2023. Vol. 471. P. 144478. https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.144478.

11. Kalusuraman G. et al. Vibration studies on fiber reinforced composites — a review. *J. Nat. Fibers.* 2023. 20 (1). P. 2157361. https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2157361.

12. Kumar V. et al. Factors affecting direct lightning strike damage to fiber reinforced composites: a review. *Compos. B Eng.* 2020. 183. P. 1–15. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107688.

13. Karim M. A., Abdullah M. Z., Deifalla A. F., Azab M., Waqar A. An assessment of the processing parameters and application of fibre-reinforced polymers (FRPs) in the petroleum and natural gas industries: A review. *Results in Engineering*. 2023. Vol. 18. P. 101091. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101091.

14. Mohamed M., Selim M., Ning H., Pillay S. Effect of fiber prestressing on mechanical properties of glass fiber epoxy composites manufactured by vacuum-assisted resin transfer molding. *J. Reinforc. Plast. Compos.* 2020. 39 (1–2). P. 21–30. https://doi.org/10.1177/0731684419868841.

15. Morampudi P., Namala K. Review on glass fiber reinforced polymer composites. *Materials Today: Proceedings*. 2021. Vol. 43, Part 1. P. 314–319. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.669.

16. Folhento P., Braz-César M. Cyclic response of a reinforced concrete frame: Comparison of experimental results with different hysteretic models. *AIMS Materials Science.* 2021, 8 (6). P. 917–931. doi: 10.3934/matersci.2021056.

17. Raju K., Balakrishnan M. Evaluation of mechanical properties of palm fiber / glass fiber and epoxy combined hybrid composite laminates. *Mater. Today Proc.* 2020. 21. P. 52–55. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.05.359.

18. Sanchez Q., Jones M., Monir S., Vagapov Y. Evaluation of methodology for the carbon fibre recycling. *Proc. 2020 IEEE Conf. Young Res. Electr. Electron. Eng. EICon*. 2020. P. 2178–2183. https://doi.org/10.1109/EICon49466.2020.9039382.

19. Sarr M. M., Inoue H., Kosaka T. Study on the improvement of interfacial strength between glass fiber and matrix resin by grafting cellulose nanofibers. *Compos. Sci. Technol.* 2021. 211. 108853. doi: 10.1016/j.compscitech.2021.108853.

20. Shakiba M., Ahmadi H., Mortazavi S. M.R., Bazli M. A case study on the feasibility of using static-cast fibre-reinforced concrete electric poles fully reinforced with glass fibre reinforced polymer bars and stirrups. *Results Eng.* 2023. 17. P. 100746. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100746.

21. Srivatsava M., Sreekanth P. S. R. Experimental characterization of dynamic mechanical properties of hybrid carbon-Kevlar reinforced composite with sandwich configuration. *Mater. Today Proc.* 2020. 261 (1). P. 1–5. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.261.

22. Wang F., Chen Z., Wu C., Yang Y., Zhang D., Li S. Analysis of acoustic performance of glass fiber felts after water absorption and their estimation results by artificial neural network. *J. Text. Inst.* 2020. 111. P. 1008–1016. doi: 10.1080/00405000.2019.1678559.

23. Wang F., Yu J., Ge A., Liang X., Lu S., Zhao C., Liu L. Comparison of the physical properties of heat-treated and hydrophobic modified glass fiber felt. *J. Ind. Text.* 2021. 51. P. 1422S-1440S. doi: 10.1177/1528083720988479.

24. Wu Y., Song Y., Wu D., Mao X., Yang X., Jiang S., Zhang C., Guo R. Recent Progress in Modifications, Properties, and Practical Applications of Glass Fiber. *Molecules.* 2023 Mar 8. 28 (6). P. 2466. doi: 10.3390/molecules28062466.

25. Vidya L. Mandal B. Verma P. K. Patel. Review on polymer nanocomposite for ballistic & aerospace applications. *Mater. Today Proc.* 2020. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.652.

26. Xiao Y., Li J., Wu J. Glass fiber reinforced PET modified by few-layer black phosphorus. *Polym. Adv. Technol*. 2021. 32. P. 3515–3522. doi: 10.1002/pat.5362.

27. Ziari H., Aliha M. R.M., Moniri A., Saghafi Y. Crack resistance of hot mix asphalt containing different percentages of reclaimed asphalt pavement and glass fiber. *Construct. Build. Mater*. 2020. 230. 117015. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117015.

28. Zhou Y., Jiang L., Jiang Z., Chen S., Ma J. Surface hydrophilizing modification of polytetrafluoroethylene / glass fiber fabric through oxidant-induced polydopamine deposition. *J. Ind. Text.* 2020. 50. P. 364–379. doi: 10.1177/1528083719830148.

29. Yang Q., Hong B., Lin J., Wang D., Zhong J., Oeser M. Study on the Reinforcement Effect and the Underlying Mechanisms of a Bitumen Reinforced with Recycled Glass Fiber Chips, vol. 251, Elsevier B. V. 2020. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119768.

УДК 637.521.47

Кретов Костянтин Сергійович
студент
Національного університету харчових технологій
Kretov Kostiantyn
Student of the
National University of Food Technologies

Мамченко Людмила Євгенівна
кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції
Національний університет харчових технологій
Mamchenko Liudmyla
Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor at the
Department of Technology of Restaurant and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies

Неміріч Олександра Володимирівна
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції
Національний університет харчових технологій
Niemirich Oleksandra
Doctor of Technical Sciences, Full Professor,
Head of the Department of Technology of Restaurant and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10423

НАСІННЯ ГАРБУЗА У ТЕХНОЛОГІЯХ КУЛІНАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ З СІЧЕНОГО М'ЯСА

INCORPORATION OF PUMPKIN SEEDS IN THE TECHNOLOGY OF MINCED MEAT-BASED CULINARY PRODUCTS

Анотація. *Науково обґрунтовано та розроблено технологію м'ясного січеного виробу з використанням подрібненого насіння гарбуза. Підібрано оптимальну ступінь дисперсності насіння гарбуза для забезпечення найкращих технологічних властивостей цієї сировини у складі м'ясного січеного виробу. Встановлено оптимальну частку подрібненого насіння гарбуза у рецептурі м'ясного напівфабрикату для оптимальної якості готової кулінарної продукції з січеної м'ясної маси з підвищеною поживною цінністю.*

Ключові слова: *м'ясна січена маса, насіння гарбуза, шніцель січений.*

Summary. *The technology for minced meat products utilizing ground pumpkin seeds has been scientifically substantiated and developed. The optimal degree of pumpkin seed particle size has been selected to ensure the best technological properties of this raw material within the minced meat product composition. The optimal proportion of ground pumpkin seeds in the recipe for meat semi-finished products has been determined to achieve the desired quality of the final minced meat-based culinary product with enhanced nutritional value.*

Key words: *minced meat mass, pumpkin seeds, minced schnitzel.*

Постановка проблеми. Ринок ресторанних послуг характеризується високою конкуренцією та змаганням за споживача. Одним з напрямів досягнення успіху в ресторанній справі є постійне вдосконалення асортименту та розроблення нових технологій продукції ресторанного господарства.

Беручи до уваги зростання вимог споживачів до якості та поживної цінності харчових продуктів, зокрема страв і кулінарних виробів у закладах ресторанного господарства, і, водночас, небажанням відмовлятися від усталених харчових вподобань, актуальним є вдосконалення традиційних технологій за допомогою включення в рецептури додаткових інгредієнтів з підвищеною поживною цінністю.

Кулінарна продукція з м'яса завжди має попит серед споживачів і є високо рентабельною з погляду ресторанного бізнесу. Як основне джерело білка в раціоні м'ясні вироби по-за конкуренцію. Недоліком м'ясної продукції є високий вміст жиру та можливо недостатній вміст вітамінів і мінеральних речовин, зумовлений застосуванням інтенсивних технологій вирощування тварин. Комбінування в рецептурах м'ясної кулінарної продукції основної сировини (м'яса) та додаткових інгредієнтів рослинного походження дає змогу збалансувати жирнокислотниий склад, збагатити вироби клітковиною, антиоксидантами та мікронутрієнтами. Додатково з'являється широкий спектр можливостей для створення унікальних органолептичних текстур. Вибір інгредієнтів або їх комбінації повинен здійснюватися з урахуванням їх сумісності й виключати погіршення споживних властивостей виробів та небажаних взаємодій, здатних перешкоджати прояву біологічної, фізіологічної активності чи біозасвоюваності.

Мета статті. Розробити наукове підґрунтя для вдосконалення технологій кулінарної продукції з січеного м'яса з використанням порошку насіння гарбуза як додаткового інгредієнта для підвищення поживної цінності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вироби з емульсійною структурою є найбільш споживаними і складають значну масову частку широкого асортименту м'ясної продукції, що виробляється м'ясопереробними підприємствами і закладами ресторанного господарства [1; 2]. За останні 5–10 років спостерігається тенденція до значного збільшення попиту на нові види м'ясної продукції з емульсійною структурою, у тому числі січені вироби, які характеризуються певними перевагами і мають достатньо низьку вартість, високу харчову і біологічну цінність, поліпшені органолептичні характеристики [1]. Упродовж декількох останніх років в Україні на 41% зріс обсяг виробництва м'ясних січених напівфабрикатів, половину з яких складають напівфабрикати у тістовій оболонці [1; 2].

Теорія і практика вітчизняного виробництва стандартизованої м'ясної продукції масового споживання є розвиненішою для м'ясопереробної галузі, ніж для системи закладів ресторанного господарства (ЗРГ). В умовах існуючої кооперації ЗРГ із м'ясопереробними підприємствами набувають важливого значення питання законодавчого, матеріально-технічного, ресурсного, технологічного та ін. забезпечення підприємств галузі [2; 3; 4]. Виконанню цих завдань повинний сприяти розвиток теоретичних уявлень щодо формування якісних характеристик м'ясної сировини і вивчення процесів, що відбуваються у ній упродовж зберігання та технологічної обробки [4; 5; 6].

Дослідження з вирішення завдань раціонального використання м'ясної сировини шляхом часткової заміни її на вторинні харчові продукти, рослинні компоненти тривають донині [7; 8; 9]. Широкі можливості сучасної харчової технології дозволяють переробляти сировину на харчову продукцію із заданими хімічним складом і властивостями, а також розширяти сировинну базу за рахунок використання нетрадиційних джерел, що має суттєве економічне, технологічне і технічне значення. Найбільшого розповсюдження у вітчизняній практиці набули вторинні білковомісні ресурси тваринного, рослинного і мікробіологічного походження: дисперговані суміші та гідролізати з свинячої шкурки, субпродуктів другої категорії, м'ясо механічного дообвалювання, харчова кров і її фракції, вторинна молочно-білково-вуглеводна сировина, соєві білкові концентрати та ін. [5; 10–12].

Отже, наукові дослідження з удосконалення технологій м'ясної продукції з використанням рослинної сировини актуальні.

Виклад основного матеріалу. Для вдосконалення технології м'ясних січених виробів обрано насіння гарбуза, як концентроване джерело ненасичених жирних кислот та джерело білків, які характеризуються оптимальним амінокислотним скором. Насіння гарбуза має багатий хімічний склад, високу харчову та біологічну цінність, містить широкий спектр біологічно активних речовин, що визначає перспективи його переробки для використання в раціонах.

За основу було взято кулінарний виріб шніцель січений з таким складом рецептури: свинина, жир сирець, яйця, вода, сіль, сухарі панірувальні. Частину свинини було замінено на подрібнене насіння гарбуза (ПНГ). Сформовано чотири модельні системи, де здійснено заміну відповідно 5, 10, 15 та 20% свинини (табл. 1).

Якість готової продукції з січеного м'яса залежить від водопоглинальної здатності системи, яка зумовлена функціональними властивостями білків, а також фізико-хімічними чинниками, як-от pH середовища, активність води, вміст солі тощо. Заміна частини м'яса на ПНГ може впливати на здатність системи утримувати вільну воду під час приготування котлетної маси та теплового обробляння. Щоб нівелювати негативний вплив ПНГ на вологоутримувальну здатність фаршу, досліджено вплив ступеня подрібнення насіння на його здатність утримувати воду (рис. 1).

Отже, для ПНГ діє загальне правило щодо збільшення водопоглинальної здатності зі збільшенням ступеня подрібнення, тобто зменшення розмірів частинок. Проте навіть з найвищим ступенем

Таблиця 1

Модельні рецептури січених шніцелів

Сировина, *г на 100 г готової продукції*	**Контроль (Шніцель)**	**Модельні рецептури**			
		Зразок № 1 (5%)	**Зразок № 2 (10%)**	**Зразок № 3 (15%)**	**Зразок № 4 (20%)**
Свинина	109	103	98	93	87
Жир сирець	14	14	14	14	14
Вода	9	9	9	9	9
Яйця	6	6	6	6	6
Сухарі	15	15	15	15	15
Жир тваринний топлений	10	10	10	10	10
Насіння гарбузове	-	6	11	16	22

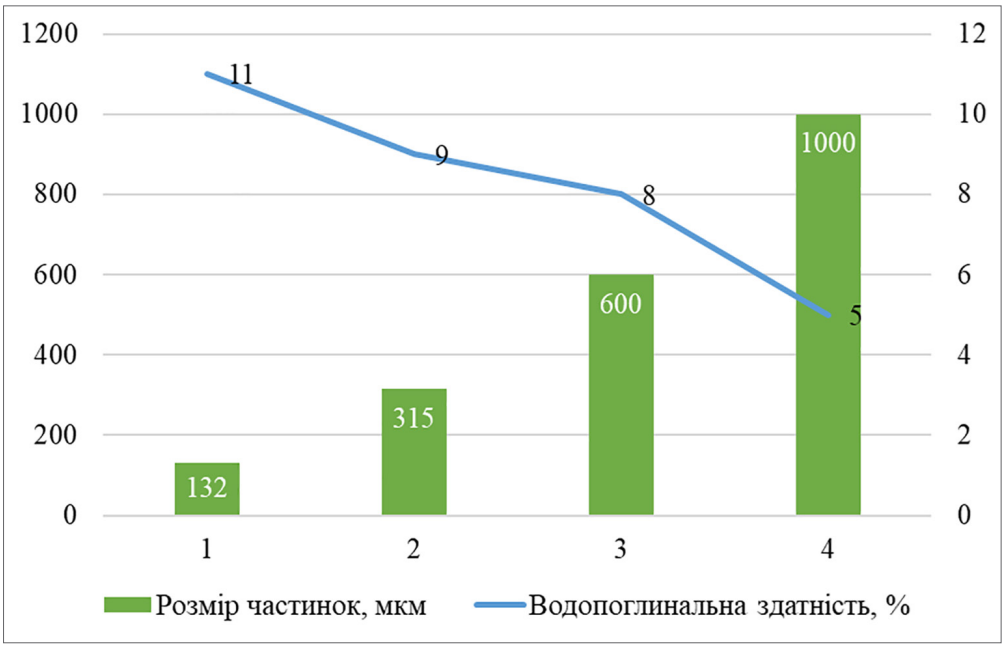


Рис. 1. Гідратаційна здатність порошку насіння гарбуза, залежно від розмірів частинок

Джерело: розробка авторів

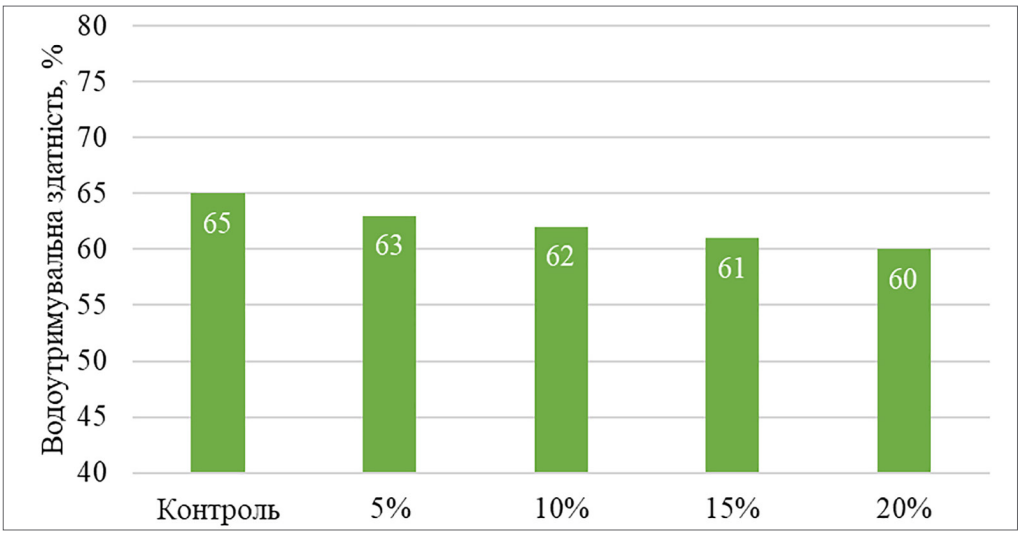


Рис. 2. Гідратаційна здатність модельних рецептур м'ясних фаршів

Джерело: розробка авторів

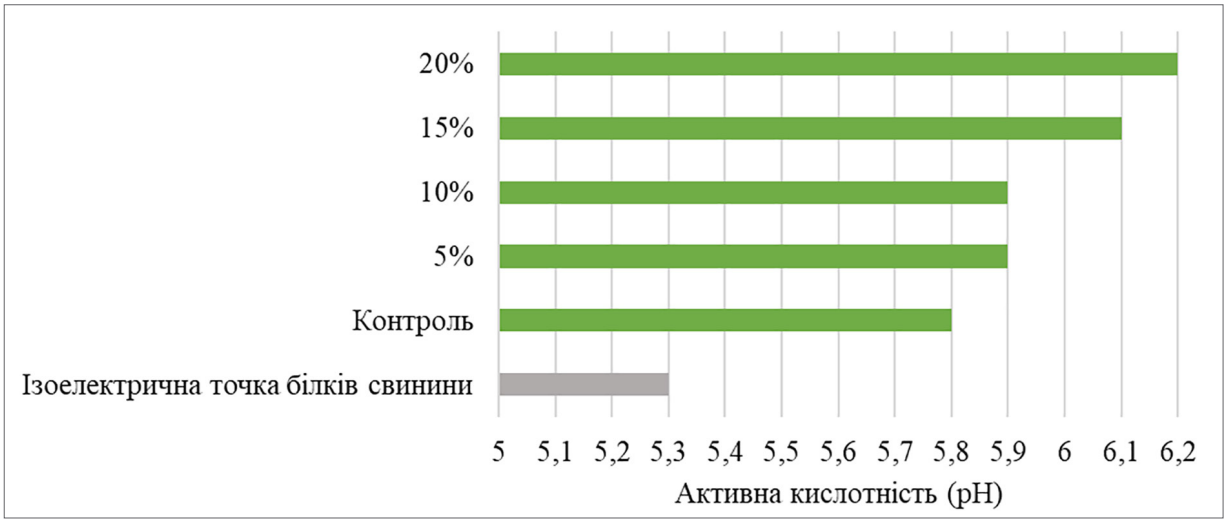


Рис. 3. Активна кислотність модельних зразків м'ясних фаршів
Джерело: розробка авторів

подрібнення ПНГ утримує значно меншу кількість води (11%), ніж подрібнена свинина (65%). Дослідивши водопоглинальну здатність модельних рецептур січених напівфабрикатів, не виявлено суттєвого зниження цього показника (рис. 2). Можливо це пояснюється вищими значеннями активної кислотності ПНГ (pH = 6,5), порівняно з м'ясним фаршем (pH = 5,8). Додавання ПНГ змішує pH системи до вищих значень, віддаляючи від ізоелектричної точки білків свинини (рис. 3). Чим далі pH середовища від ізоелектричної точки білків у ньому, тим вища здатність білків зв'язувати та утримувати воду.

Результати досліджень довели можливість заміни 20% свинини на ПНГ з розміром частинок 132 мкм без погіршення водопоглинальної здатності фаршу. Водночас, потрібно враховувати зростання pH в системі, значення якого наближається до нейтрального. Хоча це дає нам бажаний ефект у вигляді поліпшення водопоглинальної здатності фаршу, проте створює більш сприятливі умови для розвитку патогенної мікробіоти. Під час теплового оброблення шніцелів з ПНГ доцільно встановити жорсткіші режимні параметри: збільшити цільову внутрішню температуру шніцелів до +85 °C та тривалість смаження. У разі

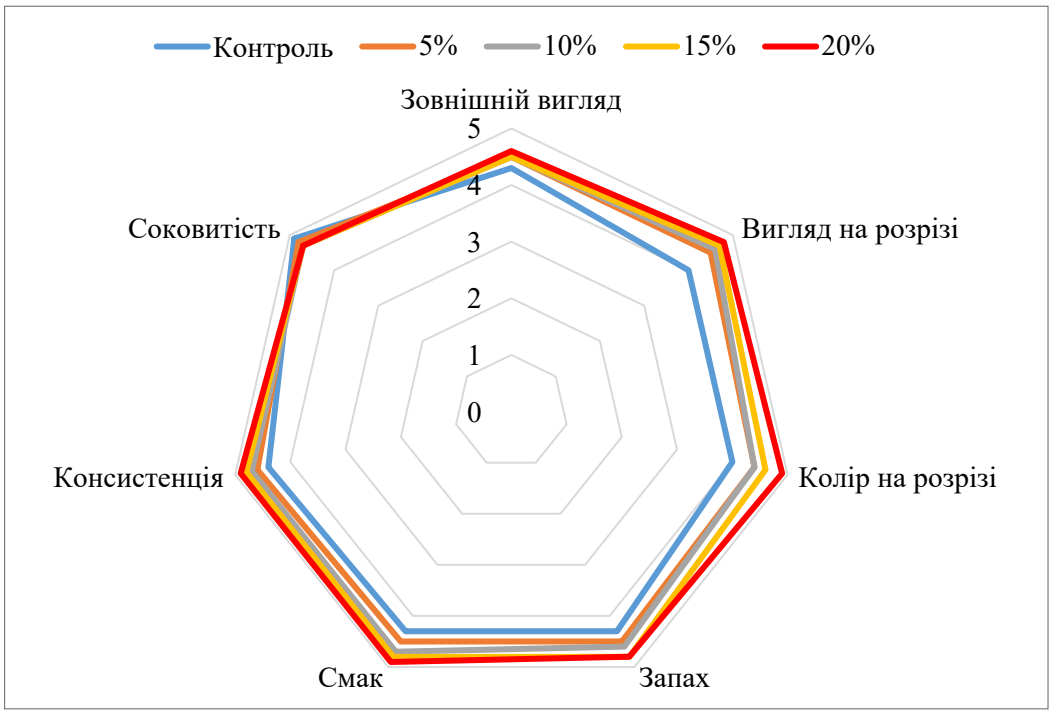


Рис. 4. Профілі якості шніцелів, виготовлених з модельних зразків фаршів
Джерело: розробка авторів

заморожування кулінарних напівфабрикатів, треба застосовувати тільки прискорені методи.

Органолептичні показники якості готових шніцелів з ПНГ показують вищі оцінки дегустаторів за параметрами консистенції, запаху, смаку та соковитості, порівняно з контролем (рис. 4).

Шніцель, виготовлений на основі фаршу з 20% ПНГ має найвищі оцінки за всіма органолептичними показниками. Невелике зниження соковитості пояснюється специфічним сприйняттям нової текстури виробу з ПНГ сенсорними відчуттями дегустаторів, що не має суттєвого значення в загальній оцінці нового виробу.

Висновки. Розроблені модельні зразки січених м'ясних напівфабрикатів з подрібненим насінням гарбуза можуть бути використані у технологіях січених шніцелів. Показники якості готових виробів не погіршуються за вмісту ПНГ не вище 20%. Нові вироби характеризуються краще збалансованим жирнокислотним складом, меншою кількістю тваринного жиру, і загалом вищою поживною цінністю.

Література

1. Олійник Л. Б. Сучасні напрями вдосконалення технології напівфабрикатів. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі.* 2016. № 1(78). С. 22–28.

2. Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А. Особливості виробництва січених м'ясних напівфабрикатів із харчовою клітковино. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 115. С. 211–215.

3. Пасічний В. М., Страшинський І. М., Фурсик О. П. Білкові препарати рослинного і тваринного походження у технології м'ясопродуктів. *Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 40-річчю заснування факультету харчових технологій, готельно-ресторанного і туристичного бізнесу* (м. Полтава, 20–21 листопада 2014 р.). С. 20–22.

4. Маюн О. Ю. Стан та перспективи розвитку технології закусок, збагачених рослинною сировиною. *Наукові праці SWorld*. 2018. Т. 1, № 50. С. 25–31.

5. Пасічний В. М., Сімахіна Г. О., Гередчук А. М., Задорожній В. В. М'ясомісткі напівфабрикати кулінарні з м'яса птиці підвищеної харчової цінності. *Науковий Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького*. 2014. Т. 16, № 2. С. 149–155.

6. Пешук Л. В. Технології зберігання, консервування та переробки м'яса. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. С. 440.

7. Повноцінне харчування: інноваційні аспекти технологій, енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу: кол. моногр. / ред. В. В. Євлаш, В. О. Потапова, Н. Л. Савицької. Х. : ХДУХТ, 2015. 580 с.

8. Левченко Ю. В., Варданян Н. Г. Сучасні технології страв із м'яса птиці. *Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв: матеріали II Міжнародної наук.-практ. інтернет- конф.* Прага: Oktan Print s.r.o., 2021. 378 с.

9. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв: підруч. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2020. 304 с.

10. Кайнаш А. П., Будник Н. В. Удосконалення технології виробництва м'ясних напівфабрикатів для дитячого харчування. *73-я Всеукраїнська науково-практична конференція з міжн. участю НУБіП України*. 2019. С. 317–318.

11. Слободянюк Н. М., Веретинська І. А. Розроблення технології січених напівфабрикатів з використанням рослинних добавок. *Modern Engineering and Innovative Technologies.* 2017. 2(02–02). С. 8–11. https://doi.org/10.30890/2567-5273.2017-02-02-036.

12. Nowaski J. A. Retorted Meat and Vegetable Protein Combination. *Journal of the American oil chemists' Society*. 1979. Vol. 56, № 3. P. 328–329.

УДК 621.1.016:621.184

Фіалко Наталія Михайлівна
доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України
Fialko Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Шеренковський Юлій Владиславович
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Sherenkovskiy Julii
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Прокопов Віктор Грогорович
доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Prokopov Viktor
Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Меранова Наталія Олегівна
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Meranova Nataliia
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Альошко Сергій Олександрович
кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Aleshko Sergey
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Юрчук Володимир Леонідович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Yurchuk Volodymyr
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Ольховська Ніна Миколаївна
науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Olkhovska Nina
Scientific Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Кутняк Ольга Миколаївна
науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Kutnyak Olha
Scientific Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Бетін Юрій Олексійович
кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Betin Yurii
PhD, Junior Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Малецька Ольга Євгенівна
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Maletska Olha
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10350

ВПЛИВ ПОТУЖНОСТІ МІКРОФАКЕЛЬНИХ ПАЛЬНИКІВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЧІЇ І СУМІШОУТВОРЕННЯ

INFLUENCE OF THE POWER OF MICRO-JET BURNERS ON THE CHARACTERISTICS OF FLOW AND MIXTURE FORMATION

Анотація. *Представлено результати досліджень аеродинаміки і сумішоутворення в мікрофакельних циліндричних пальникових пристроях потужністю від 20 до 200 кВт. Дослідження виконано на основі CFD моделювання. Наведено рекомендації щодо вибору раціональних конструктивних параметрів розглянутих пальникових пристроїв.*

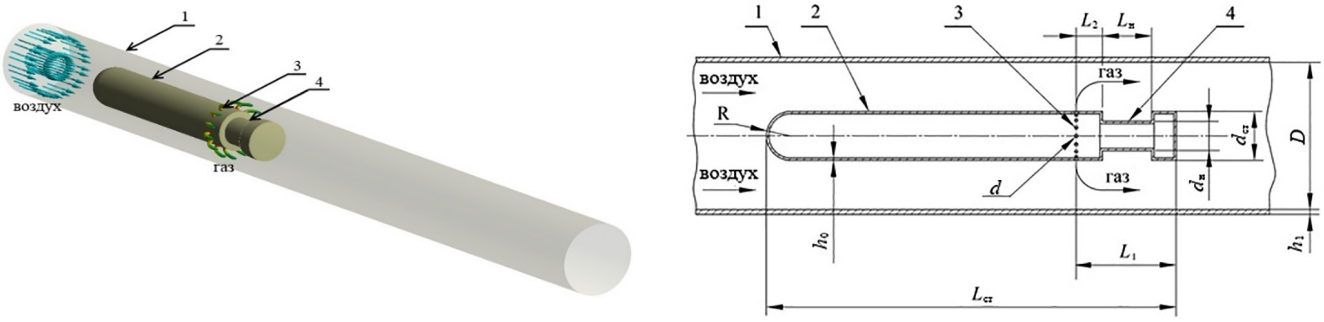
Ключові слова: *циліндричні пальникові пристрої, аеродинаміка, сумішоутворення палива та окиснювача, CFD моделювання.*

Summary. *The results of CFD simulation of the complex research of aerodynamics and mixture formation are given for type series of micro-jet cylindrical burners with power from 20 to 200 kW. The developed recommendations for choosing the rational design parameters considered burners are offered.*

Key words: *cylindrical burners, aerodynamics, fuel and oxidizer mixture formation, CFD modeling.*

В енергетичному обладнанні різного призначення широко застосовуються пальникові пристрої порівняно малої потужності. Їх використання для вогнетехнічних об'єктів особливо ефективне за умов високих вимог до рівномірності теплопідведення у вогневому просторі.

Використання мікрофакельних пальників з циліндричними стабілізаторами полум'я є доцільним для зазначених ситуацій. Їх більш висока ефективність у порівнянні з традиційними пальниковими пристроями, в яких застосовуються плоскі стабілізатори, зумовлена, головним чином, відсутністю різного роду втрат, пов'язаних із кінцевими ефектами. До того ж практично важливою є та обставина, що циліндричні пальникові пристрої через особливості конфігурації порівняно легко інтегруються в конструкцію енергетичного обладнання.



а) б)

Рис. 1. Схема (а) та поздовжній переріз (б) пальникового пристрою з циліндричним стабілізатором полум'я: 1 — круглий канал; 2 — циліндричний стабілізатор полум'я; 3 — газоподавальні отвори; 4 — кільцева ніша

Наявні дослідження щодо створення високоефективних мікрофакельних конструкцій [1–14] далеко не вичерпують потреби енергетичної практики. Це зумовлює необхідність подальшого розвитку досліджень різних елементів робочих процесів мікрофакельних циліндричних пальників.

Дана робота виконана з метою встановлення закономірностей течії та сумішоутворення в мікрофакельних циліндричних пальниках різної потужності та розробці рекомендацій щодо вибору їх раціональних конструктивних параметрів.

Виклад основного матеріалу. Пальниковий модуль, що досліджується, є круглим каналом з розміщеним у ньому циліндричним стабілізатором із заокругленою передньою і затупленою задньою кромкою (рис. 1).

Стабілізатор оснащений системою круглих отворів, через які здійснюється поперечна подача газу в зносячий потік повітря. Отвори розташовуються перед зміщеною вниз за потоком прямокутною кільцевою нішею.

Чисельна реалізація задачі турбулентного переносу маси, імпульсу та енергії в розглянутих пальниках здійснювалася із застосуванням програмного пакета FLUENT.

Результати досліджень. Дослідження проведено для типоряду мікрофакельних циліндричних пальникових пристроїв, який включає п'ять пальників потужністю відповідно 20, 65, 110, 155 та 200 кВт.

Результати комп'ютерного моделювання представлені на рис. 2–4 при таких значеннях вихідних параметрів. Витрата газу: 2; 6,5; 11; 15,5 та 20 м^3/год для пальників зазначеної потужності; коефіцієнт надлишку повітря α = 1,1; довжина стабілізатора $L_{ст}$ = 0,25 м; розміри прямокутної кільцевої нішевої порожнини 0,03×0, 006 м; інтенсивність турбулентності повітря на вході в канал $I_п$ = 3%, природного газу в поперечному перерізі газоподавального отвору $I_г$ = 3%; абсолютна температура газу та повітря 300 К.

На основі отриманих даних можна зробити висновок про те, що основні закономірності течії палива та окиснювача зберігаються за різної потужності пальникового пристрою. На рис. 2, як приклад, представлені лінії току для пальника потужністю 110 кВт у перерізі φ = 0, що проходить через центр газоподавального отвору.

Як видно з рис. 2, в умовах, що розглядаються, має місце проникнення струменів газу в зносячий потік окиснювача і захоплення вихору в нішевій порожнині. У закормовій ділянці стабілізатора утворюється зона зворотних токів, і далі вниз за потоком відбувається вирівнювання епюр швидкості та формування стабілізованої течії в каналі.

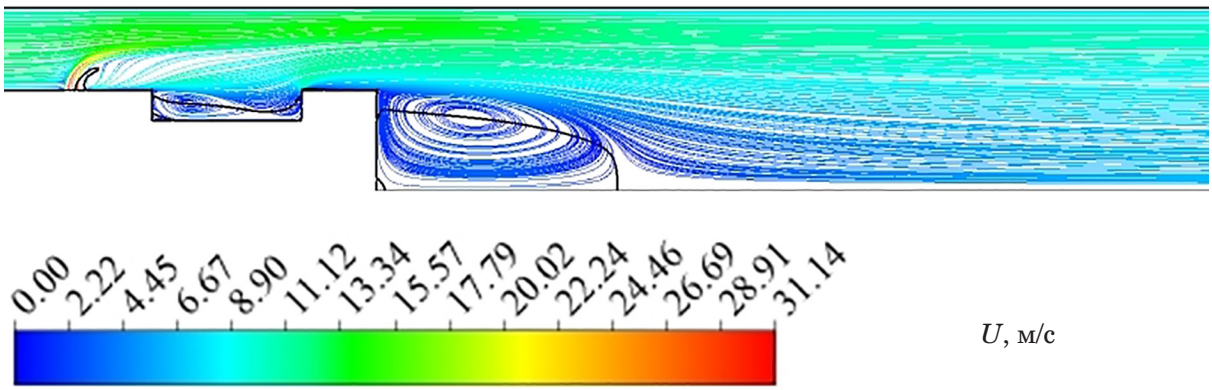


Рис. 2. Лінії тока в поздовжньому перерізі циліндричного пальника φ = 0°, що проходить через вісь газоподавального отвору

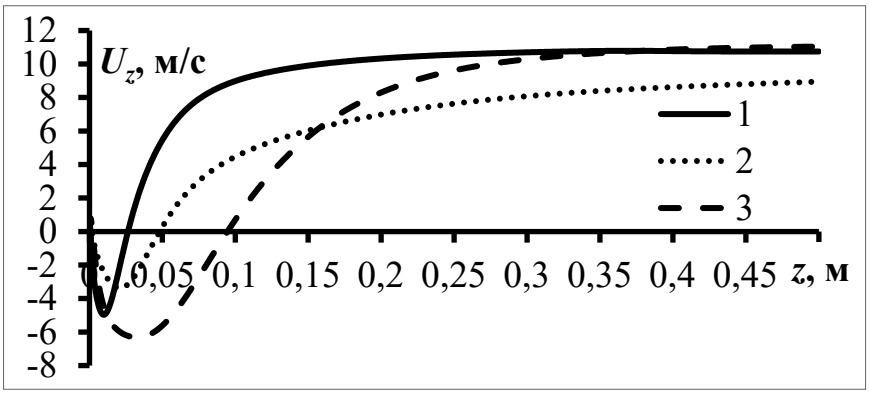


Рис. 3. Розподіл осьової компоненти швидкості U_z вздовж осі турбулентного сліду за циліндричним стабілізатором полум'я для пальникових пристроїв різної потужності N_n: 1 — N_n = 20 кВт; 2 — N_n = 110 кВт; 3 — N_n = 200 кВт

Слід зазначити, що картини течії в пальникових пристроях різної потужності якісно близькі, проте суттєво відрізняються в кількісному відношенні. Як видно з рис. 3, більшим значенням потужності пальника відповідають більші протяжності зон зворотних токів. При потужності N_n, що дорівнює 20, 110 та 200 кВт зазначені протяжності становлять 0,026; 0,048 та 0,0945 м відповідно. При цьому помітно відрізняються між собою максимальні величини абсолютних значень швидкості в зонах зворотних токів.

Крім того, згідно з отриманими даними для пальникових пристроїв різної потужності має місце зберіг також і загальних закономірностей сумішоутворення палива та окиснювача. Рис. 4 ілюструє типовий характер полів масових концентрацій метану на прикладі пальникового пристрою потужністю 110 кВт. Тут зони I та II відповідають областям з надлишковим вмістом повітря та природного газу відповідно, а зони III — областям, у яких суміш знаходиться у концентраційних межах займання. Як видно, в цілому, має місце сприятлива картина сумішоутворення палива та окиснювача в пальниковому пристрої. У нішевій порожнині та зоні зворотних токів за стабілізатором суміш відповідає концентраційним межам займання.

У табл. 1 наведено раціональні конструктивні параметри для типоряду мікрофакельних циліндричних пальників, які були визначені на основі виконаних досліджень.

Аналіз даних, що наведені в таблиці, свідчить про те, що має місце досить чітко виражена кореляція між потужністю пальника і геометричними характеристиками відповідних конструкцій. А саме: зі зростанням потужності пальника збільшуються діаметри циліндричного стабілізатора і газоподавальних отворів, а також зменшується відносний крок розташування цих отворів.

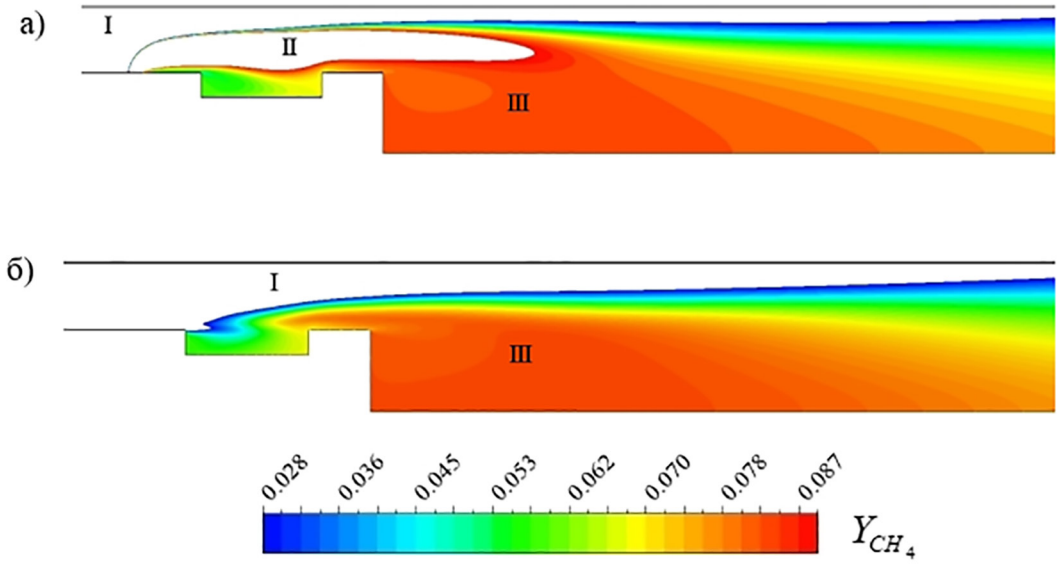


Рис. 4. Поля масової концентрації метану в поздовжньому перерізі циліндричного стабілізаторного пальника потужністю 110 кВт, що проходить через центр газоподавального отвору (а) та посередині між отворами (б)

Таблиця 1

Основні геометричні характеристики типоряду мікрофакельних циліндричних пальникових пристроїв потужністю від 20 до 200 кВт

$N_Г$, кВт	$d_{ст}$, м	d, м	S/d
20	0,02	0,002	3,5
65	0,03	0,0025	3,43
110	0,04	0,003	3,22
155	0,05	0,0035	3,0
200	0,06	0,004	2,94

Висновки. Проведено комплекс досліджень для мікрофакельних циліндричних пальникових пристроїв з прямокутними кільцевими нішами, виявлено особливості течії та сумішоутворення в даних пристроях. На основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо вибору їх раціональних конструктивних параметрів.

Література

1. Fialko N., Meranova N., Sherenkovskii Ju., Aleshko S., Prokopov V., Abdulin M., Babak V., Korzhyk V., Zhelykh V., Khaskin V. Establishment of regularities of isothermal flow and mixture formation in microjet burners with three-row jet fuel supply. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2022. Vol. 6 (8 (120)). P. 65–72. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267891.

2. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Альошко С. О. Аеродинаміка і сумішоутворення в пальниках з багаторядною струменевою системою паливоподачі. *Теплофізика та теплоенергетика.* 2023. № 2. С. 34–44. https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2023.4.

3. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Альошко С. О., Кутняк О. М., Рокитько К. В., Малецька О. Є., Хміль Д. П., Сороковий Р. Я. Особливості аеродинаміки і змішування палива та окиснювача в пальниках з трирядною паливоподачею. *МНЖ «Інтернаука».* 2023. № 10(144). С. 63–67. https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-10-8968.

4. Фіалко Н. М., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Альошко С. О., Полозенко Н. П., Чехаровська М. І., Дашковська І. Л., Хміль Д. П., Кліщ А. В., Попружук І. О. Ефекти впливу номеру ряду струменевої подачі палива на характеристки течії і сумішоутворення в мікрофакельних пальникових пристроях. *МНЖ «Інтернаука».* 2023. № 6(140). С. 65–70. https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-6-8767.

5. Фиалко Н. М., Прокопов В. Г., Алёшко С. А., Полозенко Н. П., Тимощенко А. Б., Абдулин М. З., Малецкая О. Е. Ночовный А. В. Анализ влияния геометрической формы нишевой полости на аэродинамическое сопротивление канала. *Промышленная теплотехника*. 2012. Т. 34, № 1. С. 72–76. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/59057/09-Fialko2.pdf?sequence=1 (дата звернення: 01.10.2024).

6. Фиалко Н. М. Шеренковский Ю. В., Майсон Н. В. и др. Интенсификация процессов переноса в горелочном устройстве с цилиндрическим стабилизатором пламени. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2014. Вип. 24.5. С. 136–142. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_5/24.pdf (дата звернення: 01.10.2024).

7. Фиалко Н. М., Шеренковский Ю. В., Майсон Н. В. и др. Математическое моделирование процессов течения и смесеобразования в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* 2014. Т. 3, № 8(69). С. 40–44. URL: https://journals.uran.ua/eejet/article/view/24895/22818 (дата звернення: 01.10.2024).

8. Фиалко Н. М., Шеренковский Ю. В., Майсон Н. В. Влияние пластинчатых турбулизаторов потока на характеристики течения и смесеобразования топлива и окислителя в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2014. Вип. 24.06. С. 114–121. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_6/20.pdf (дата звернення: 01.10.2024).

9. Fialko N.M, Aleshko S.A, Rokitko K.V, Maletskaya O.E, etc. Закономерности смесеобразования в горелках стабилизаторного типа с односторонней подачей топлива. *Технологические системы*. 2018. Т. 3, № 38. С. 37–43. URL: http://technological-systems.com/index.php/Home/issue/view/28/showToc (дата звернення: 01.10.2024).

10. Фиалко Н.М, Прокопов В.Г, Майсон Н.В, Шеренковский Ю. В. и др. Влияние шага между газовыми струями на характеристики течения в стабилизаторных горелочных устройствах. *Науковий вісник НУБіП*. 2014. № 194 (3). С. 102–107. URL: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=o12KAM0AAAAJ&cstart=100&pagesize=100&citation_for_view=o12KAM0AAAAJ: AXPGKjj_ei8C (дата звернення: 01.10.2024).

11. Фіалко Н.М, Шеренковський Ю.В, Майсон М.В., Абдулін М.З, Хомук С.В, Єніна А.О, Новицький В.С, Тимощенко О.Б. Підвищення інтенсивності процесів переносу в циліндричному стабілізаторному пальнику шляхом застосування прямокутних кільцевих ніш. *Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: сборник трудов.* К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины. 2014. С. 122–125.

12. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О., Алешко С.А., Ганжа М.В., Юрчук В.Л., Швецова Л.А. Комп'ютерне моделювання процесів теплопереносу в мікрофакельних пальникових пристроях з термобар'єрними покриттями. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2017. Т. 27, № 5. С. 130–133. https://doi.org/10.15421/40270526.

13. Fialko N.M., Prokopov V.G., Sherenkovskyi Yu. V., Aleshko S.A., Meranova N.O., Yurchuk V.L. Hanzha M.V. Modeling of heat transfer processes in stabilizer burners with heat-resistant coatings. The development of technical sciences: problems and solutions. Brno: Baltija Publishing. 2018. С. 189–192.

14. Фіалко Н.М, Прокопов В.Г, Шеренковський Ю.В, Альошко С.О, Меранова Н.О, Рокитько К.В. CFD моделювання температурних режимів зони горіння пальників стабілізаторного типу з асиметричною подачею палива. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2019. Т. 41, № 4. С. 13–18. https://doi.org/10.31472/ttpe.4.2019.2.

УДК 662.61:621

Фіалко Наталія Михайлівна
доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України
Fialko Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Меранова Наталія Олегівна
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Meranova Nataliia
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Шеренковський Юлій Владиславович
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Sherenkovskiy Julii
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Альошко Сергій Олександрович
кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Aleshko Sergey
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Хміль Дмитро Петрович
доктор філософії, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Khmil Dmytro
PhD, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Кліщ Андрій Володимирович
молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Klishch Andrii
Junior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Місюра Тимофій Олексійович
доктор філософії, науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Misiura Tymofii
PhD, Scientific Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Сірий Олександр Анатолійович
кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України;
доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Siryi Oleksandr
Candidate of Technical Sciences, Junior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine;
Associate Professor
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Бетін Юрій Олексійович
кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Betin Yurii
PhD, Junior Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Дашковська Ірина Леонідівна
молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Dashkovska Iryna
Junior Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10354

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕЧІЇ І СУМІШОУТВОРЕННЯ ПРИ МІКРОФАКЕЛЬНОМУ СПАЛЮВАННІ ПАЛИВА

COMPARATIVE ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS OF FLOW AND MIXING FORMATION AT MICRO-JET COMBUSTION OF FUEL

Анотація. *В статті виконано аналіз різних математичних моделей течії струменів палива в мікрофакельному пальниковому пристрої струменево-нішевого типу. Визначено переваги уточненої математичної моделі над спрощеною моделлю, що широко використовується в різних дослідженнях процесів спалювання газоподібного палива.*

Ключові слова: *динаміка течії палива, пальники струменево-нишового типу, газподавальні отвори, відносний крок між отворами, внутрішній об'єм пілона.*

Summary. *The article analyzes various mathematical models of fuel jet flow in a micro-jet burner of a jet-niche type. The advantages of the refined mathematical model over the simplified model, widely used in various studies of gaseous fuel combustion processes, are determined.*

Key words: *fuel flow dynamics, jet-niche burners, gas supply holes, relative step between holes, internal volume of the pylon.*

Сталою тенденцією дослідження робочих процесів спалювання палива є широке застосування математичного моделювання [1–14].

Важливим питанням при реалізації математичного моделювання процесів спалювання, що спостерігаються в різних вогнетехнічних пристроях, є

розробка адекватної математичної моделі. В представленій роботі розглядаються можливості використання моделі даних процесів стосовно пальникових пристроїв струменево-нішового типу. При цьому особлива увага приділяється витіканню палива скрізь газоподавальні отвори. У першій моделі, що широко використовується, передбачається безпосередньо перед газоподавальним отвором наявність каналу циліндричної форми, в якому реалізується гідродинамічна стабілізація течії (рис. 1).

Друга модель є більш складною і більш реально відображає фізичну обстановку. Подача палива в цій моделі здійснюється у внутрішній об'єм пілона, звідки воно надходить безпосередньо в газоподавальні отвори (рис. 2).

Наведені дані відповідають наступним вихідним параметрам:

середня швидкість повітря на вході канал $W_в$ =10 м/с; значення гідродинамічного параметра q = 7; відносний крок між отворами; відстань між центром газоподавального отвору та передньою стінкою ніші $L_1 = 10 \cdot 10^{-3}$ м; висота каналу $h_к = 80 \cdot 10^{-3}$ м; ширина каналу $B = 100 \cdot 10^{-3}$ м; діаметр газоподавальних отворів $d = 3{,}5 \cdot 10^{-3}$ м; інтенсивність турбулентності потоку повітря на вході в канал $T_u = 3\%$, на виході з газоподавальних отворів $T_u = 1\%$; товщина приграничного шару перед нішою за відсутності системи струменів палива $\delta = 6 \cdot 10^{-3}$ м; довжина ніші $L = 40 \cdot 10^{-3}$ м.

На рис. 3 детально представлена динаміка течії палива у внутрішній порожнині пілону в підобласті, що прилягає до передньої кромки ніші. Як видно, має місце дуже складна картина течії палива.

Домінуючим напрямом руху тут є рух струменів палива від місця їх подачі вздовж центральної горизонтальної площини пілону і далі вгору до газоподавальних отворів. При цьому основний потік огинає передню стінку ніші. У верхній частині пілона перед газоподавальним отвором реалізується великий вихор, що охоплює практично всю зазначену підобласть. Особливо привертає увагу наявність певної асиметрії течії поблизу газоподавального отвору. Ця обставина, як очевидно, зумовлює відповідну асиметрію витікання палива з газоподавальних отворів.

Характеризуючи в цілому картину витікання струменів палива для двох моделей можна помітити, що у другій моделі має місце так зване недосконале стискання струменя. Це зумовлено необхідністю плавного переходу від різних напрямків руху палива в порожнині пілона поблизу отвору до власне напрямку руху струменя. Цей ефект ілюструється на рис. 4.

Помітно, що поблизу поверхні отвору реалізуються рециркуляційні зони, зумовлені стисканням струменя. Факт стиснення струменя підтверджується також даними, представленими на рис. 5.

На рис. 6 наведені профілі швидкості на виході з газоподавального отвору, що відповідають двом моделям, які зіставляються. В другій уточненій моделі мають місце більш високі значення швидкості палива в центральній зоні струменя, що викликано його стисканням. В першій розглянутій моделі витікання струменів палива зазначене стискання відсутнє і струмінь є циліндричним.

Представлена картина стиснення струменя в цілому помітно впливає на динаміку течії струменів палива в зносячому потоці окиснювача, і як наслідок, на процес сумішоутворення. У цій ситуації спостерігається деяке підвищення далекобійності струменя внаслідок збільшення його швидкості через ефект стиснення (рис. 6).

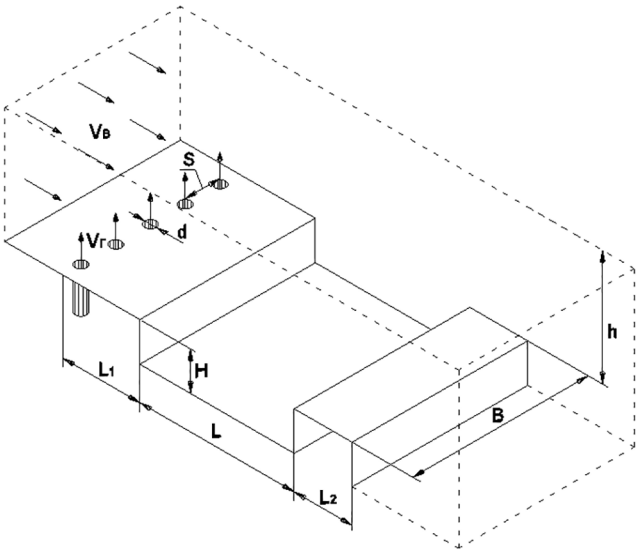


Рис. 1. До постановки задачі при використанні першої (наближеної) моделі витікання палива через газоподавальні отвори

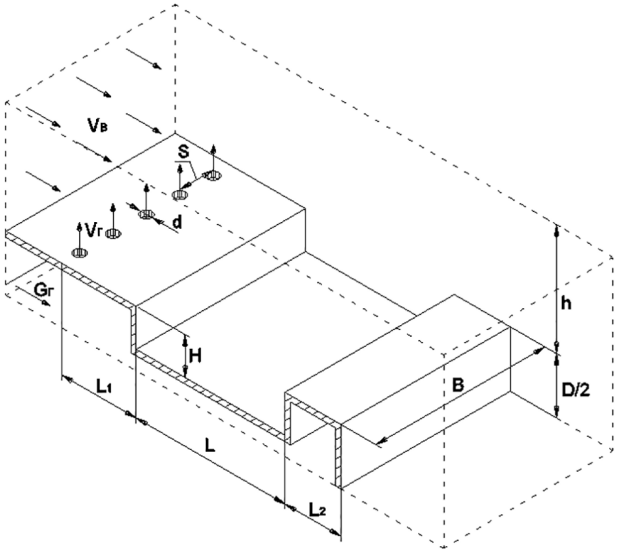


Рис. 2. До постановки задачі при використанні другої (уточненої) моделі витікання палива через газоподавальні отвори

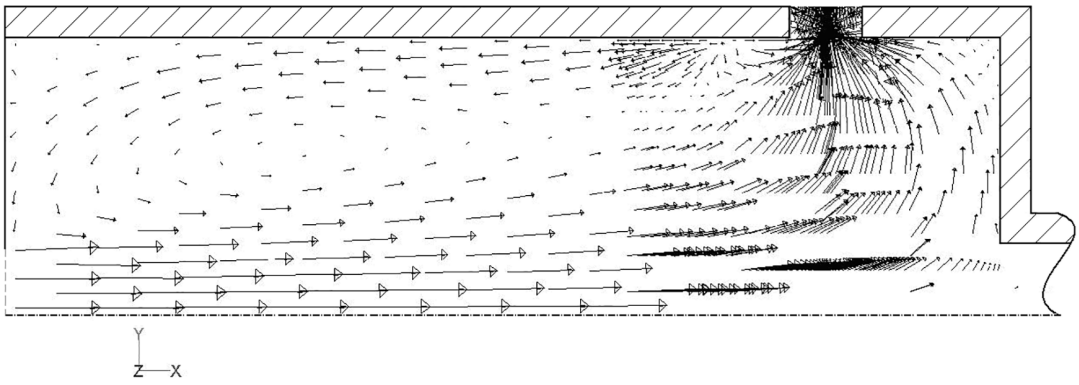


Рис. 3. Векторне поле швидкостей у власне внутрішній порожнині пілона в підобласті, що прилягає до передньої кромки ніші

Звуження струменя зумовлює також локальне збільшення прохідного перерізу в міжструминному просторі, що призводить до зростання витрати повітря в даній зоні.

Зазначені вище чинники (збільшення далекобійності струменя та локальне підвищення витрати повітря) породжують зміни і в картині сумішоутворення. Цю обставину ілюструє рис. 7.

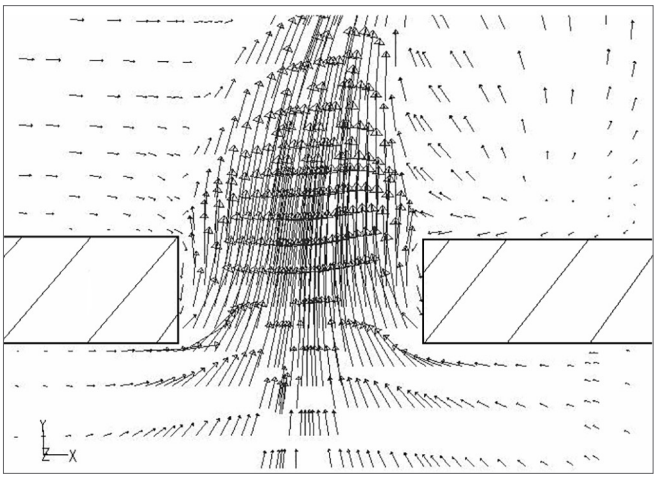
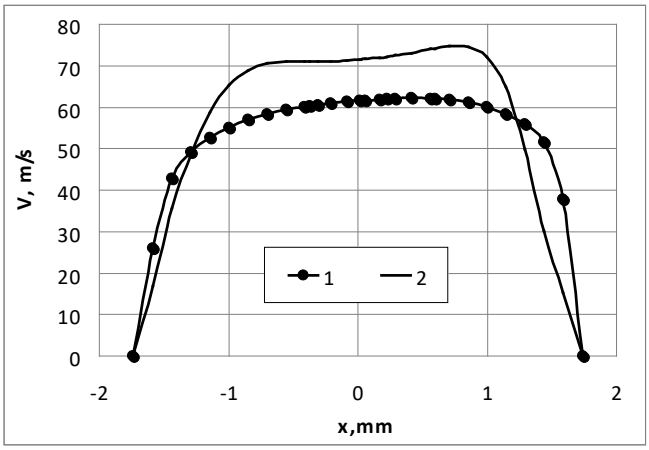


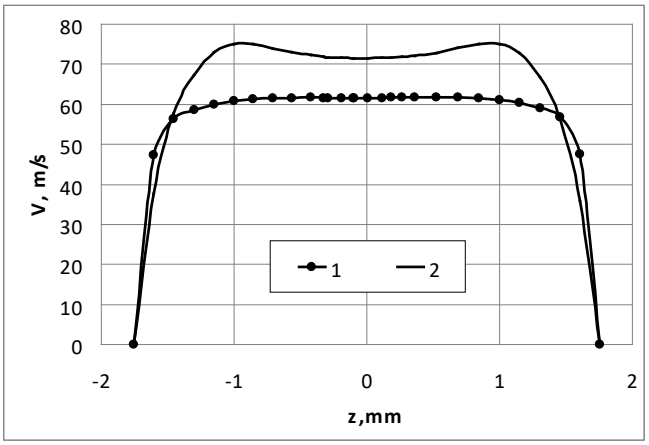
Рис. 4. Векторне поле швидкостей потоку для уточненої моделі витікання палива через газові отвори

Тут представлена залежність середнього в нішевій порожнині коефіцієнта надлишку повітря $\overline{\alpha}$ від гідродинамічного параметра q для двох моделей, що розглядаються. Як бачимо, відмінності даних, що відповідають порівнюваним моделям, сягає 15%. При цьому значення коефіцієнтів надлишку повітря $\overline{\alpha}$ у разі другої уточненої моделі у всьому досліджуваному діапазоні зміни параметрів виявляються більш високими.

Отже, в результаті проведених досліджень виконано порівняльний аналіз різних моделей витікання струменів палива в пальниковому пристрої струменево-нішевого типу. При цьому показано, що доцільним є використання уточненої моделі витікання струменів, оскільки вона дає можливість більш адекватного опису як динаміки течії палива, так і сумішоутворення палива і окислювача.



а)



б)

Рис. 5. Профілі швидкості потоку на виході з газоподавального отвору вздовж осі OX (а) і осі OZ (б):
1 — спрощена модель витікання палива через газоподавальні отвори; 2 — відповідна уточнена модель

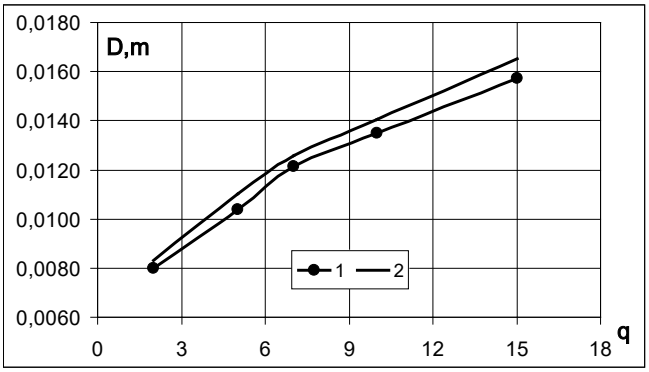


Рис. 6. Залежність далекобійності струменя від гідродинамічного параметра *q*:
1 — спрощена модель витікання палива через газоподавальні отвори;
2 — відповідна уточнена модель

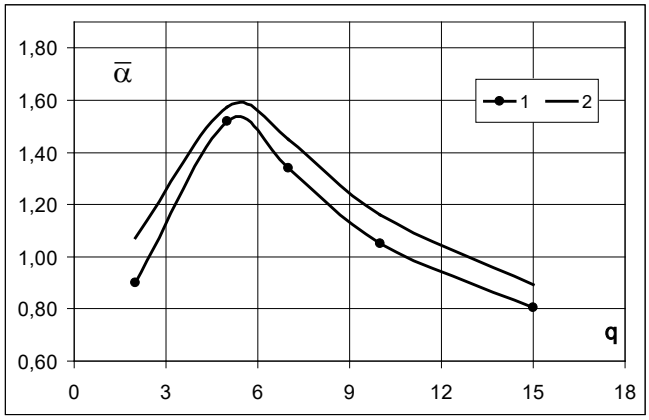


Рис. 7. Залежність середнього в нішевій порожнині коефіцієнта надлишку повітря від гідродинамічного параметра *q* для двох моделей, що розглядаються:
1 — спрощена модель витікання палива через газоподавальні отвори; 2 — відповідна уточнена модель

Література

1. Фиалко Н. М., Прокопов В. Г., Бутовский Л. С., Шеренковский Ю. В. и др. Особенности течения топлива и окислителя при эшелонированном расположении стабилизаторов пламени. *Промышленная теплотехника.* 2011. Т. 33, № 2. С. 59–64. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/60319 (дата звернення: 10.10.2024).

2. Фиалко Н. М., Прокопов В. Г., Бутовский Л. С., Шеренковский Ю. В. и др. Моделирование структуры течения изотермического потока в эшелонированной решетке плоских стабилизаторов пламени. *Промышленная теплотехника.* 2010. Т. 32, № 6. С. 28–36. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/60617/04-FialkoNEW.pdf?sequence=1 (дата звернення: 10.10.2024).

3. Фиалко Н. М., Бутовский Л. С., Прокопов В. Г., Грановская Е. А., и др.Особенности обтекания плоских стабилизаторов ограниченным потоком. *Промышленная теплотехника*. 2010. Т. 32, № 5. С. 26–33.

4. Фиалко Н. М., Прокопов В.Г, Алёшко С. А., Полозенко Н. П., и др. .Анализ влияния геометрической формы нишевой полости на аэродинамическое сопротивление канала. *Промышленная теплотехника.* 2012. 34, № 1. С. 72–76.

5. Фиалко Н. М., Алешко С. А., Шеренковский Ю. В., Меранова Н. О., и др. Эффективность систем охлаждения горелочных устройств струйно-стабилизаторного типа. *Технологические системы*. 2012. № 58/1. С. 52–57. URL: http://technological-systems.com/index.php/Home/article/view/309/316 (дата звернення: 10.10.2024).

6. Фиалко Н. М., Шеренковский Ю. В., Майсон Н. В., Меранова Н. О., и др. Интенсификация процессов переноса в горелочном устройстве с цилиндрическим стабилизатором пламени. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2014. Т. 24, № 5. С. 136–142.

7. Фиалко Н. М., Шеренковский Ю. В., Майсон Н. В., Меранова Н. О., и др. Влияние пластинчатых турбулизаторов потока на характеристики течения и смесеобразования топлива и окислителя в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2014. Т. 24, № 6. С. 114–121.

8. Фиалко Н. М., Шеренковский Ю. В., Майсон Н. В., Меранова Н. О., и др. Математическое моделирование процессов течения и смесеобразования в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* 2014. Т. 3, № 8(69). С. 40–44.

9. Hanzha M. V. Fialko N. M., Prokopov V. G., Sherenkovskyi Yu. V., & et. Modeling of heat transfer processes in stabilizer burners with heat-resistant coatings. *2018 — The development of technical sciences: problems and solutions.* Brno: Baltija Publishing. P. 189–192.

10. Fialko N. M., Aleshko S. A., Rokitko K. V., Maletskaya O. E., & et. Regularities of mixture formation in the burners of the stabilizer type with one-sided fuel supply. *Технологические системы*. 2018. № 84/3. С. 37–43. https://doi.org/10.29010/084.3.

11. Fialko N. M., Prokopov V. G., Aleshko S. A., Abdulin M. Z., & et. Computer simulation of flow in microjet burner devices with asymmetric supply of fuel. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Т. 28, № 8. С. 117–121. https://doi.org/10.15421/40280823.

12. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., та ін. Комп'ютерне моделювання процесів теплопереносу в мікрофакельних пальникових пристроях з термобар'єрними покриттями. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2017. Т. 27, № 5. С. 130–133. https://doi.org/10.15421/40270526.

13. Фіалко Н.М., Бутовський Л.С., Меранова Н.О., Рокитько К.В., та ін. Експериментальні дослідження температурного режиму в зоні горіння пальників з ешелонованими решітками стабілізаторів полум'я. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2017. Т. 27, № 5. С. 77–81. https://doi.org/10.15421/40270516.

14. Фіалко Н..М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Альошко С.О. та ін. CFD моделювання температурних режимів зони горіння пальників стабілізаторного типу з асиметричною подачею палива. *Теплофізика і теплоенергетика.* 2019. Т. 41, № 4. С. 13–18. https://doi.org/10.31472/ttpe.4.2019.2.

УДК 536.24:621.184.5621.181:662.613]:66.047.004.1

Фіалко Наталія Михайлівна
доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України
Fialko Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Навродська Раїса Олександрівна
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Navrodska Raisa
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Гнєдаш Георгій Олександрович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Gnedash Georgii
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Шевчук Світлана Іванівна
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Shevchuk Svitlana
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Новаківський Максим Олександрович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Novakivskii Maksym
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10422

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК З ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЄЮ ДИМОВИХ ГАЗІВ

INCREASING THE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF BOILER INSTALLATIONS WITH THE FLUE GAS HEAT-RECOVERY

Анотація. *Запропоновано для газоспоживальних котельних установок з водогрійними котлоагрегатами, включеними в циркуляційний контур системи теплопостачання, нову теплоутилізаційну систему з використанням контактного теплообмінника для підігрівання і зволоження дуттьового повітря. Показано, що завдяки удосконаленню відомої системи аналогічного призначення підвищується екологічна ефективність котельної установки.*

Ключові слова: *комбіновані системи теплоутилізації, глибоке охолодження димових газів, підігрівання і зволоження дуттьового повітря, ефективність.*

Summary. *A new heat-recovery plant with the use of a contact heat exchanger for heating and humidifying the exhaust air for gas-fired boiler plants with water-heating boiler units included in the circulation circuit of the heat supply system is proposed. It is shown that the ecological efficiency of the boiler plant increases due to the improvement of the known system of a similar purpose.*

Key words: *complex heat-recovery systems, deep cooling of waste gases, heating and humidification of combustion air, efficiency.*

Проблеми економії паливно-енергетичних ресурсів та захисту довкілля стають все більш актуальними для багатьох виробничих об'єктів та теплогенеруючих комунальних підприємств. Вирішення вказаних проблем безпосередньо пов'язано з покращенням екологічних та теплоенергетичних показників котельних установок.

Сучасні тенденції щодо підвищення теплоенергетичних показників газоспоживальних котельних установок полягають у використанні теплоутилізаційних технологій з глибоким охолодженням відхідних газів котла. Стосовно покращення екологічності цих установок, то основні тенденції у цьому напрямі пов'язані зі зменшенням обсягів утворення оксидів азоту в топці котла, які за даними досліджень визначають на 95 ÷ 98% токсичність продуктів спалювання до прикладу котлів електростанцій на природному газі [1].

Один із шляхів зниження викидів оксидів азоту в навколишнє середовище полягає у пригнічуванні їх утворення в топковому просторі котла завдяки зменшенню температури горіння. Це зменшення може досягатись, зокрема, введенням вологи в зону горіння у разі використання спеціальних теплоутилізаційних технологій [2–6]. Ці технології мають характерні особливості, які полягають у збільшені вологовмісту відхідних газів котлів відповідно до обсягів введення вологи. Для утилізації теплоти цих газів доцільно застосовувати модернізовані системи, що забезпечуватимуть свою високу теплову ефективність шляхом використання утилізованої теплоти для різних потреб завдяки більш глибокому охолодженню відхідних газів. Утилізована теплота може використовуватись для підігрівання води різного призначення та дуттьового повітря зі зволоженням або без нього. Основними недоліками відомих розробок теплоутилізаційних систем вказаного призначення є недостатня теплова та екологічна ефективність.

З метою підвищення ефективності використання палива і покращення екологічності газоспоживальних котельних установок розроблено нову схему установки (рис. 1) з комбінованим використанням утилізованої теплоти.

Покращення екологічних показників розробленої котельної установки у порівнянні з відомими аналогами досягається завдяки:

– встановленню у відвідному газоході водопідігрівача 3 між котлоагрегатом 1 і повітропідігрівачем 4;
– розміщенню у повітроводі між вентилятором 8 і газопальниковим пристроєм 2 у напрямі руху відхідних газів повітропідігрівача 4, водоповітряного теплообмінника 9, контактного водоповітряного тепломасообмінника 10 і повітродогрівача 11;
– під'єднанню підігрівача хімічно очищеної води 13 до з'єднувального трубопроводу між виходом деаератора 14 та підживлювальним насосом;
– підключенню водоповітряного теплообмінника 10, повітродогрівача 11 та газопідігрівача 6 входами до подавального трубопроводу, а виходами — до зворотного трубопроводу на всмоктувальній стороні мережного насоса.

Використання розробленої котельної установки з пропонованою схемою теплоутилізації відхідних газів з підігріванням і зволоженням дуттьового повітря забезпечить суттєве підвищення температури води на вході у контактний водоповітряний тепломасообмінник і відповідне підвищення його вологопродуктивності та збільшення температури повітря на вході у вказаний тепломасообмінник, що забезпечить і збільшення вологоємності цього повітря. Завдяки збільшенню вологоємності дуттьового повітря реалізуватиметься вищий рівень зниження температури горіння, що сприятиме пригнічуванню утворення оксидів азоту в топці котла. На рис. 2 наведено відповідні результати досліджень щодо підвищення екологічної ефективності запропонованої котельної установки.

При виконанні розрахункових досліджень використовувались відомі методи розрахунку котельних установок результати експериментальних досліджень, отриманих авторами [7], та результати досліджень поверхнево-контактного теплоутилізатора для котла КСВа-0,63 [8; 9].

Результати досліджень свідчать, що застосування для досліджуваного котла пропонованої системи теплоутилізації забезпечує зменшення відносних рівнів утворення оксидів азоту на 5÷10% у порівнянні з відомими розробками аналогічного призначення [4–6].

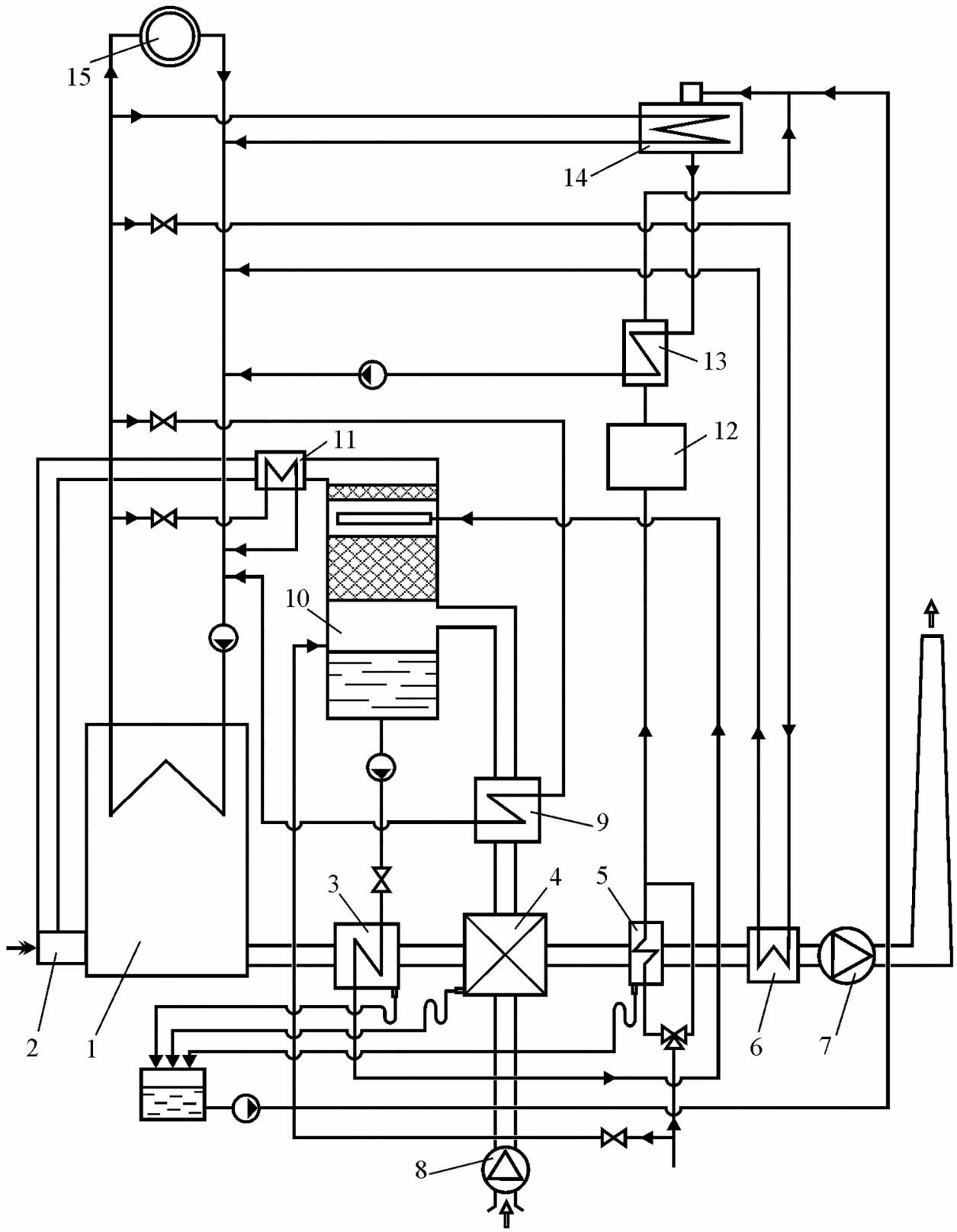


Рис. 1. Котельна установка з комбінованим використанням утилізованої теплоти:
1 — котлоагрегат; 2 — газопальниковий пристрій; 3 — водопідігрівач; 4 — повітропідігрівач;
5 — підігрівач холодної води на ХВО; 6 — газопідігрівач; 7 — димосос; 8 — вентилятор;
9 — водоповітряний теплообмінник; 10 — контактний водоповітряний тепломасообмінник;
11 — повітродогрівач; 12 — система ХВО; 13 — підігрівач хімічно очищеної води;
14 — деаератор; 15 — споживач

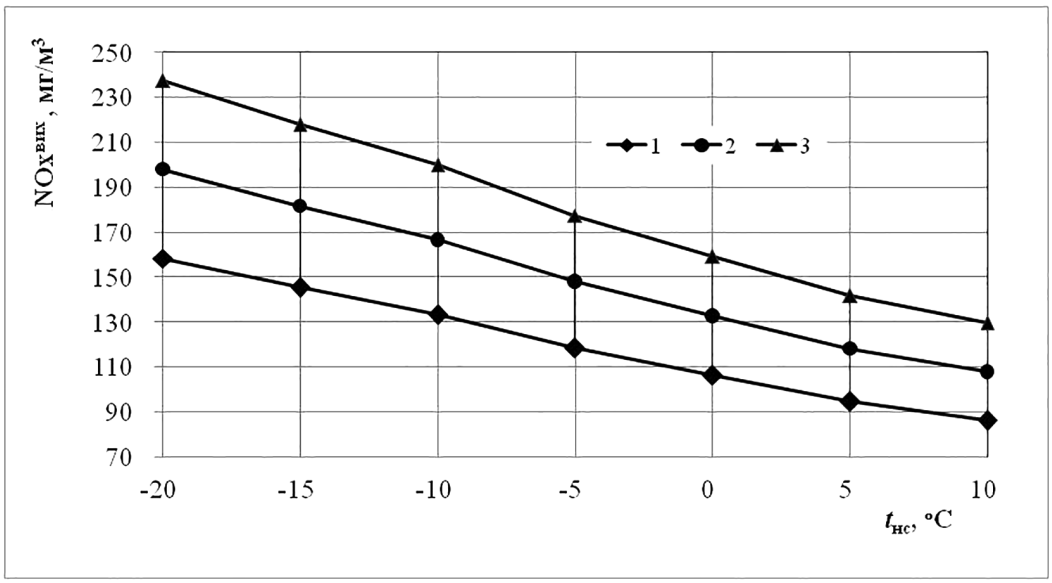


Рис. 2. Вміст оксидів азоту Nохвих у димових газах на виході з котельної установки з комбінованим використанням утилізованої теплоти та зволоженням дуттьового повітря в залежності від температури навколишнього середовища за умов вмісту Nox у димових газах без додавання вологи в зону горіння: 1 — 200; 2 — 250; 3 — 300 мг/м^3

Література

1. Сигал, И. Я., Дубоший, А. Н., Сигал, А. И., & Смихула, А. В. (2010). Повышение эффективности влияния рециркуляции дымовых газов на снижение выбросов оксидов азота котлами электростанций. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*, (1), 48–52. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/103970

2. Fialko, N. M., Navrodskaya, R. A., Presich, G. A., Gnedash, G. A., Shevchuk, S. I., & Martiuk, O. (2018). Increase of ecological effectiveness of complex heat-recovery systems for boiler plants. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, *40*(2), 27–32. https://doi.org/https://doi.org/10.31472/ihe.2.2018.04.

3. Fialko, N. M., Navrodska, R. O., Shevchuk, S. I., & Gnedash, G. O. (2020). The environmental reliability of gas-fired boiler units by applying modern heat-recovery technologies. *Scientific Bulletin of National Mining University*, (2), 96–100. https://doi.org/10.33271/nvngu/2020–2/096.

4. Fialko, N. M., Gnedash, G. O., Navrodska, R. O., Presich, G. O., & Shevchuk, S. I. (2019). Improving the efficiency of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler installations. *Scientific Bulletin of UNFU*, *29*(6), 79–82. https://doi.org/10.15421/40290616.

5. Fialko, N., Navrodska, R., Gnedash, G., Shevchuk, S., & Sbrodova, G. (2021). Improvement of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler units. *International Scientific Journal «Internauka*, *9*, 33–36. https://doi.org/10.25313/2520–2057–2021–9–7427.

6. Fialko, N. M., Navrodskaya, R. A., Presich, G. A., Novakovskiy, M. A., Gnedash, G. A., Shevchuk, S. I., & Sbrodova, G. A. (2016). Combined heat recovery systems of boilers with increased moisture content of flue gases. *Technological systems*, (77/4). URL: http://technological-systems.com/index.php/Home/issue/view/20/showToc (дата звернення: 16.10.2024).

7. Navrodska, R. A., Stepanova, A. I., Shevchuk, S. I., Gnedash, G. A., & Presich, G. A. (2018). Experimental investigation of heat-transfer at deep cooling of combustion materials of gas-fired boilers. *Scientific Bulletin of UNFU*, *28*(6), 103–108. https://doi.org/10.15421/40280620.

8. Fialko, N. M., Navrodska, R. O., Presich, G. O., Gnedash, G. O., Shevchuk, S. I., & Stepanova, A. I. (2019). Kombinovani teploutilizatsiini systemy dlia gazospozhyvalnykh kotliv komunalnoi teploenergetyky [Combined heat recovery systems for gas-fired boilers of communal heat energy]. Kyiv: «Pro format, 192.

9. Fialko, N., Presich, G., Navrodska, R., Gnedash, G., & Shevchuk, S. (2018). Improving the ecological indicators of gas-fired boiler plants at the use of complex heat-recovery systems. *Innovations*, *6*(2), 79–81. URL: https://stumejournals.com/journals/innovations/2018/2/79 (дата звернення: 16.10.2024).

УДК 536.24:621.184.5

Фіалко Наталія Михайлівна
доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України
Fialko Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Навродська Раїса Олександрівна
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Navrodska Raisa
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Гнєдаш Георгій Олександрович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Gnedash Georgii
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Шевчук Світлана Іванівна
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Shevchuk Svitlana
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Степанова Алла Ісаївна
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Stepanova Alla
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10353

НОВІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНІ СИСТЕМИ З НАГРІВАННЯМ РІЗНИХ ТЕПЛОНОСІЇВ ДЛЯ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

NEW HEAT-RECOVERY SYSTEMS WITH HEATING OF VARIOUS HEAT-TRANSFER AGENTS FOR BOILER PLANTS

Анотація. *Запропоновано для опалювальних котелень комунальної теплоенергетики нову комбіновану теплоутилізаційну систему з використання утилізованої теплоти для підігрівання тепломережної води, дуттьового повітря та води на хімводоочищення. Виконано розрахункові дослідження теплової ефективності окремих елементів системи та всієї теплоутилізаційної установки вцілому.*

Ключові слова: *комбіновані системи теплоутилізації, глибоке охолодження димових газів, ефективність.*

Summary. *A new combined heat-recovery system using recovered heat for heating boilers of municipal heat and power engineering is proposed for heating return heat-network water, blown air, and water for chemical water-purification. Calculated studies of the thermal efficiency of individual elements of the system and the entire heat recovery unit were performed.*

Key words: *combined heat recovery systems, deep exhaust-gas cooling, efficiency.*

Необхідність підвищення ефективності використання палива в газоспоживальних енергоустановках спонукає до розроблення їхніх нових технічних рішень, які забезпечують ощадне використання природного газу. Одним із дієвих напрямів економії палива, зокрема для котельних установок, є використання теплоутилізаційних технологій з дотриманням високих екологічних вимог щодо розсіювання шкідливих викидів, які містяться у вихідних газах [1; 2].

Важливим шляхом підвищення енергоефективності цих технологій є створення комбінованих теплоутилізаційних систем з поглибленим охолодженням вихідних газів [3; 4] шляхом використання теплоносіїв з різним температурним потенціалом.

Для опалювальних котелень розроблено котельну установку (рис. 1) з комбінованим використанням утилізованої теплоти для нагрівання дуттьового повітря та води: теплової мережі і хімводоочищення (ХВО).

Котельна установка містить водогрійний котлоагрегат 1 з газопальниковим пристроєм 2, сполучений відвідним газоходом з димовою трубою 3. У цьому газоході послідовно за напрямком руху димових газів розміщені спільний водопідігрівач 4 з теплообмінними поверхнями підігрівача мережної води 5 і підігрівача 6 холодної води на ХВО, повітропідігрівач 7 з патрубком відведення конденсату, газопідігрівач 8 і димосос 9.

Повітряний тракт установки, який з'єднує газопальниковий пристрій 2 з атмосферою містить повітровід, в якому послідовно за напрямком руху дуттьового повітря розміщені вентилятор 10 і повітропідігрівач 7.

Водяна система теплогенерувальної частини котельної установки під'єднана до системи теплопостачання зі споживачем теплової енергії і містить котлоагрегат 1 та подавальний трубопровід з мережним насосом.

Паралельно до котлоагрегату 1 підключені рециркуляційний трубопровід 11 з рециркуляційним насосом та перепускний трубопровід 12 з регулювальним клапаном. Підігрівач 5 мережної води сполучено зі зворотним трубопроводом за напірною стороною мережного насосу.

У водяній системі водопідготувальної частини установки підігрівач 6 холодної води під'єднано до джерела водопостачання та до системи ХВО трубопроводом 14. Водяна система має байпасний трубопровід 13, конденсатозбірник 15, який підключено через конденсатний насос до деаератора, а через нейтралізатор 16 — до зливного трубопроводу котельні.

При роботі котельної установки димові гази, що утворюються в процесі спалювання природного газу після котла послідовно проходять спільний агрегатований водопідігрівач 4 з теплообмінними поверхнями підігрівача 5 мережної води та підігрівача 6 сирої води, повітропідігрівач 7, в яких охолоджуються, а за певних умов — з утворенням відповідної кількості водяного конденсату з димових газів, і надходять у газопідігрівач 8, де підігріваються, що запобігає конденсатоутворенню при подальшому їх проходженні через відвідний газохід і димову трубу 3. Дуттьове повітря вентилятором подається до повітроводу, проходить через повітряну порожнину повітропідігрівача 7, де підігрівається, і надходить у газопальниковий пристрій 2. Зворотна вода системи теплопостачання надходить у підігрівач 5, де підігрівається, та подається у котлоагрегат 1, де догрівається до необхідного рівня. Частина нагрітої в котлі води за допомогою рециркуляційного насосу подається у зворотний трубопровід для підвищення температури води на вході в котлоагрегат 1 до нормального значення. Частина гарячої води з подавального трубопроводу надходить у газопідігрівач 8, де вода охолоджується та подається у зворотний трубопровід і змішується з охолодженою тепломережною водою. Частина холодної води з джерела водопостачання проходить підігрівач 6, де підігрівається, а інша частина — через байпасний трубопровід 13 надходить у трубопровід 14, що з'єднує підігрівач 6 з системою хімводоочищення. Водяний конденсат, який утворюється у водопідігрівачі 4 і повітропідігрівачі 7 при суттєвому охолодженні димових газів надходить у конденсатозбірник 15 і конденсатним насосом подається в деаератор. За необхідності відведення конденсату в каналізаційну систему котельні конденсатний насос вимикається і для забезпечення нормативів скидних стоків конденсат проходить через нейтралізатор 16 і подається у зливний трубопровід котельні.

В запропонованій установці досягається зменшення матеріалоємності теплоутилізаційної

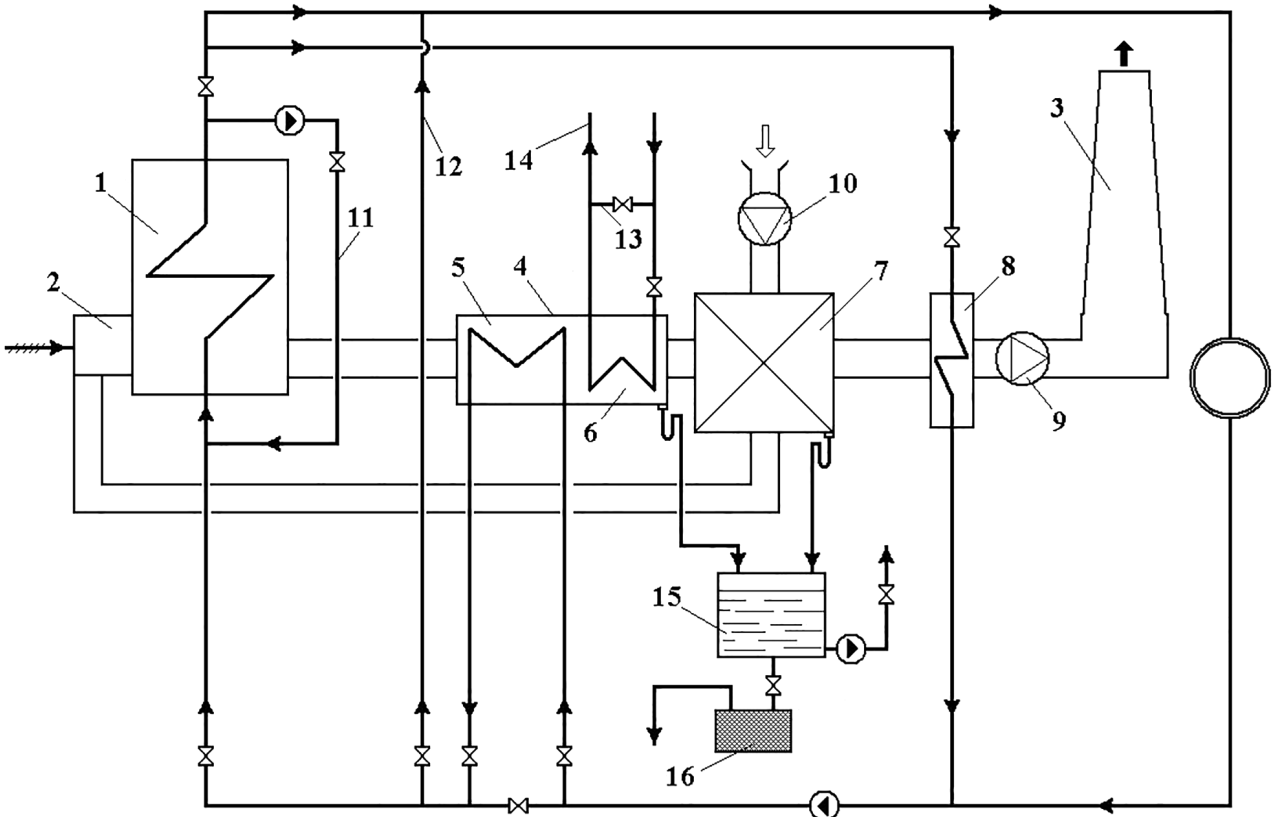


Рис. 1. Котельна установка з комбінованим використанням утилізованої теплоти:
1 — котлоагрегат; 2 — газопальниковий пристрій; 3 — димова труба; 4 — агрегатований водопідігрівач;
5 — підігрівач зворотної тепломережної води; 6 — підігрівач води на систему (ХВО); 7 — підігрівач дуттьового повітря на горіння; 8 — газопідігрівач; 9 — димосос; 10 — вентилятор; 11 — рециркуляційний трубопровід;
12 — перепускний трубопровід; 13 — байпасний трубопровід; 14 — трубопровід на ХВО;
15 — конденсатний бак; 16 — нейтралізатор конденсату

Таблиця 1

Рівні приросту ККД та коефіцієнта використання теплоти палива КВТП для всієї теплоутилізаційної системи та окремих її елементів

Найменування теплообмінника схеми	Температура навколишнього середовища $t_{нс}$, °С						
	-20	-15	-10	-5	0	5	10
Підігрівач мережної води	2,9	2,8	2,6	2,4	3,1	3,7	4,8
Підігрівач води на ХВО	2,6	2,5	2,5	2,4	2,1	2,1	2,2
Повітронагрівач	2,4	2,3	2,1	2,0	1,8	1,5	1,3
Уся теплоутилізаційна система	8,1	7,7	7,3	6,9	7,1	7,5	8,3

частини, підвищення її компактності та теплової ефективності, а при роботі установки в режимі зниження температури подавальної води підвищується ефективність осушування відхідних газів та ефективний антикорозійний захист газовідвідного тракту. В табл. 1 наведено результати досліджень щодо підвищення ефективності використання палива в запропонованій котельній установці.

При виконанні розрахункових досліджень використовувались відомі методи розрахунку котельних установок та результати експериментальних досліджень, отриманих авторами [5]. Розрахунки виконувались для опалювального котла КСВа-2,0Г та системи опалення з розрахунковою температурою $t_{ро}$ = –20 °С і перепадом температур теплоносія 70–95 °С.

Результати досліджень свідчать, що застосування для опалювальних котлів пропонованих теплоутилізаційних систем дозволяє реалізовувати режими їхньої роботи зі зниженням температури газів нижче точки роси протягом усього опалювального періоду і завдяки цьому підвищити КВТП котла на 6,9–8,3%.

Література

1. Fialko, N.M., Navrodskaya, R.A., Presich, G.A., Gnedash, G.A., Shevchuk, S.I., & Martiuk, O. (2018). Increase of ecological effectiveness of complex heat-recovery systems for boiler plants. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, *40*(2), 27–32. https://doi.org/https://doi.org/10.31472/ihe.2.2018.04.

2. Fialko, N.M., Navrodska, R.O., Shevchuk, S.I., & Gnedash, G.O. (2020). The environmental reliability of gas-fired boiler units by applying modern heat-recovery technologies. *Scientific Bulletin of National Mining University*, (2), 96–100. https://doi.org/10.33271/nvngu/2020–2/096

3. Fialko, N.M., Navrodskaya, R.A., Shevchuk, S.I., Stepanova, A.I., Presich, G.A., & Gnedash, G.A. (2018). Thermal methods of protection of gas exhaust ducts of boiler plants. *К.: Printing house» Pro format*.

4. Fialko, N.M., Gnedash, G.O., Navrodska, R.O., Presich, G.O., & Shevchuk, S.I. (2019). Improving the efficiency of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler installations. *Scientific Bulletin of UNFU*, *29*(6), 79–82. https://doi.org/10.15421/40290616.

5. Navrodska, R.A., Stepanova, A.I., Shevchuk, S.I., Gnedash, G.A., & Presich, G.A. (2018). Experimental investigation of heat-transfer at deep cooling of combustion materials of gas-fired boilers. *Scientific Bulletin of UNFU*, *28*(6), 103–108. https://doi.org/10.15421/40280620.

УДК 662.61:621

Фіалко Наталія Михайлівна
доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України
Fialko Nataliia
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Прокопов Віктор Григорович
доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Prokopov Viktor
Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher
of Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Шеренковський Юлій Владиславович
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Sherenkovskiy Julii
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Меранова Наталія Олегівна
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Meranova Nataliia
Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Альошко Сергій Олександрович
кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Aleshko Sergey
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Ольховська Ніна Миколаївна
науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Olkhovska Nina
Scientific Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Полозенко Ніна Петрівна
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Polozenko Nina
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
of Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Юрчук Володимир Леонідович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Yurchuk Volodymyr
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Чехаровська Марина Ігорівна
старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України
Chekharovska Marina
Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10381

ОСОБЛИВОСТІ ТЕЧІЇ В МІКРОФАКЕЛЬНИХ ПАЛЬНИКАХ З ПОДАЧЕЮ ПАЛИВНОГО ГАЗУ З ТОРЦЯ СТАБІЛІЗАТОРА ПОЛУМ'Я

FEATURES OF THE FLOW IN MICRO-JET BURNERS WITH FUEL GAS SUPPLY FROM THE END OF THE FLAME STABILIZER

Анотація. *Розглянуто характеристики течії в мікрофакельних пальниках стабілізаторного типу при торцевій подачі газу. Досліджено вплив відношення швидкостей газу на вході у газоподавальні отвори і повітря на виході з каналу на картину циркуляційної течії в рециркуляційній зоні стабілізатора полум'я. Проаналізовано особливості вихороутворення в закормовій області стабілізатора при різних значеннях коефіцієнту загромадження прохідного перерізу каналу за умов, що розглядаються.*

Ключові слова: *мікрофакельний пальник, характеристики течії, стабілізатор полум'я, циркуляційна течія.*

Summary. *The flow characteristics in micro-jet burners of the stabilizer type with end gas supply are considered. The influence of the ratio of gas velocities at the inlet to the gas-feeding holes and air at the outlet from the channel on the pattern of the circulation flow in the recirculation zone of the flame stabilizer is investigated. The features of vortex formation in the edge region of the stabilizer are analyzed for different values of the coefficient of blockage of the flow section of the channel under the considered conditions.*

Key words: *micro-jet burner, flow characteristics, flame stabilizer, circulation flow.*

Пальникові пристрої стабілізаторного типу мають цілу низку переваг, таких як можливість спалювання палива у широкому діапазоні режимів за коефіцієнтом надлишку повітря, високу повноту згоряння на часткових навантаженнях та ін. Дослідженню робочих процесів в таких пальниках присвячена велика кількість публікацій [1–11]. В даній роботі розглядаються особливості течії палива і окиснювача в мікрофакельних пальниках з подачею палива в зону рециркуляції за стабілізатором полум'я. При цьому досліджуються закономірності впливу коефіцієнта загромадження прохідного перерізу каналу k_f на картину течії у цій фізичній ситуації.

Особлива увага приділяється аналізу залежності характеристик течії від величини параметра *f*, який представляє собою відношення середніх швидкостей газу V_{BX}^{Γ} і повітря $U_{BИX}^{\Pi}$ відповідно в газоподавальних отворах і на виході з міжстабілізаторного каналу ($f = \frac{V_{BX}^{\Gamma}}{U_{BИX}^{\Pi}}$). Важливість такого аналізу обумовлена суттєвим впливом параметра *f* на картину цирку-

ляційної течії у сліді за стабілізатором, і як наслідок, на закономірності сумішоутворення, стабілізації полум'я та вигорання палива.

Нижче як характерні приклади наводяться результати математичного моделювання, що відповідають значенням k_f = 0,45 і 0,6 при зміні параметра f в діапазоні від 0,72 до 5,3. Величини, що варіюються при дослідженнях, наведені в таблиці. Інші вихідні параметри мали такі значення: $B_{ст}$ = 0,03 м; $L_{ст}$ = 0,22 м; $L_к$ = 0,57м; d = 3·10^{-3}м; S/d = 3,2; $U^{П}_{ВХ}$ = 7 м/с; (Тут: $B_{ст}$, $L_{ст}$ — відповідно ширина і довжина стабілізатора; $L_к$ — довжина каналу; d — діаметр газоподавальних отворів; S — відстань між отворами). Теплофізичні властивості газу та повітря визначалися при температурі 27 °С; інтенсивність турбулентності газу та повітря у вхідному перерізі становила 1%.

Таблиця 1

Параметри, що варіюються, при дослідженні закономірностей течії в умовах подачі газу в зону рециркуляції за стабілізатором

№ варіанта	k_f	$V^{Г}_{ВХ}$, м/с	$f = \frac{V^{Г}_{ВХ}}{U^{П}_{ВИХ}}$
1	0,60	12,61	0,72
2	0,60	25,22	1,44
3	0,60	37,36	2,13
4	0,45	33,64	2,64
5	0,45	49,82	3,91
6	0,45	67,26	5,30

В розглянутих умовах подача газу здійснювалася через систему отворів діаметром d = 3·10^{-3} м, розташованих з відносним кроком S/d = 3,2 посередині торця стабілізатора вздовж осі z (див. рис. 1).

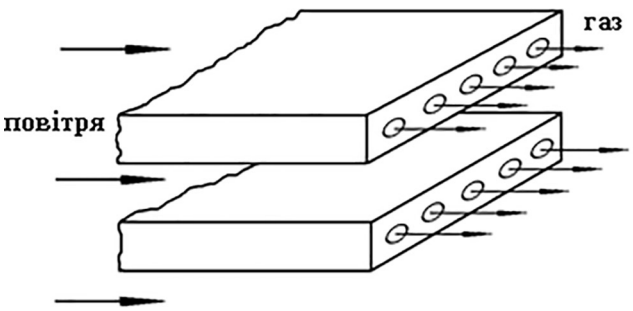


Рис. 1. Схема торцевої подачі газу в стабілізаторній решітці

Отримані в результаті комп'ютерного моделювання дані свідчать, що торцева подача газу суттєво змінює картину течії в закормовій області стабілізатора в порівнянні з ситуацією відсутності такої подачі. Так, при торцевому вдуві газу в умовах відносно невеликих значень параметра f знижується тиск у закормовій області стабілізатора, а довжина зони зворотних токів зростає. Однак подальше збільшення значень f призводить до підвищення статичного тиску в зоні рециркуляційної течії і, відповідно до зменшення довжини зони зворотних токів $L_{зт}$.

Зупинимося дещо докладніше на аналізі результатів досліджень, які відповідають порівняно великим величинам параметра k_f (k_f = 0,6).

На рис. 2 представлені картини ліній току в поздовжньому перерізі, що проходить через вісь газоподавального отвору при k_f = 0,6 для наступних величин f: f = 0,72; 1,44 та 2,13. Звертає на себе увагу дуже велика довжина області циркуляційних течій за стабілізатором для всіх розглянутих значень параметра f. (Зауважимо, що при великих величинах k_f значна протяжність зони циркуляції також має місце і в умовах відсутності торцевого вдуву газу). Основна особливість ситуації полягає в специфіці циркуляційної течії при різних величинах параметра f.

При відносно невеликих значеннях f (тобто при невисоких швидкостях газу $V^{Г}_{ВХ}$) у ближньому сліді за стабілізатором реалізуються два контактуючі між собою досить великі вихори (див. рис. 2 а). Перший з них розташований безпосередньо біля торцевої поверхні стабілізатора поблизу газоподавальних отворів. Його форму можна охарактеризувати як своєрідну трикутну з криволінійними сторонами та згладженими кутами. Другий, більший вихор, має специфічну конфігурацію, завдяки чому забезпечується узгодження руху вихорів як з поступальним рухом повітря, так і в плані їх взаємообертання. Формування зазначених вихорів великою мірою пов'язане з ежектуючою дією струменів газу для першого вихору, для другого — ежектуючою дією міжстабілізаторного струменя повітря.

З підвищенням швидкості газу $V^{Г}_{ВХ}$, тобто зі зростанням параметра f, картина циркуляційної течії в сліді за стабілізатором істотно змінюється (див. рис. 2 б, в). На відміну від попередньої ситуації, тут реалізується не два, а три вихори. Таким чином, збільшення швидкості газу $V^{Г}_{ВХ}$ супроводжується виникненням, а також зростанням додаткового вихору, розташованого над вихором, який примикає до газоподавальних отворів. При цьому зі зростанням $V^{Г}_{ВХ}$ останній вихор (тобто який примикає до газоподавальних отворів) помітно збільшується як за протяжністю, так і за інтенсивністю, надаючи прискорюючу дію додаткового вихору, що виникає. Що ж до крайнього вниз за потоком вихору, то при збільшенні швидкості газу $V^{Г}_{ВХ}$ він суттєво еволюціонує, зменшуючись у розмірах і віддаляючись як від торцевої поверхні стабілізатора, так і від інших вихорів. При цьому конфігурація зазначеного крайнього вниз за потоком вихору і вихору, який додатково виник, характеризується зазначеною вище своєрідною трикутною формою.

Розглянемо далі коротко особливості течії при відносно малих значеннях k_f (k_f = 0,45). Рис. 3 ілюструє картини ліній току в поздовжньому перерізі, що проходить через вісь газоподавальних отворів, для k_f = 0,45 при різних значеннях відношення швидкості газу в газоподавальних отворах V_{BX}^{Γ} до швидкості повітря $U_{BИX}^{\Pi}$ на виході з міжстабілізаторного каналу. Як бачимо, у даному випадку структура течії суттєво відрізняється від розглянутої вище для k_f = 0,6.

Так, протяжності зон циркуляційної течії тут виявляються значно меншими. У цій ситуації при значенні параметра f = 2,64 в закормовій області стабілізатора утворюються два вихори близькі за своїми характеристиками один до одного, ніж для k_f = 0,6. Формування цих вихорів у великій мірі пов'язане, як і в розглянутій вище ситуації, з ежектуючою дією міжстабілізаторного струменя повітря, і струменів газу (див. рис. 3а). Зі збільшенням швидкості газу

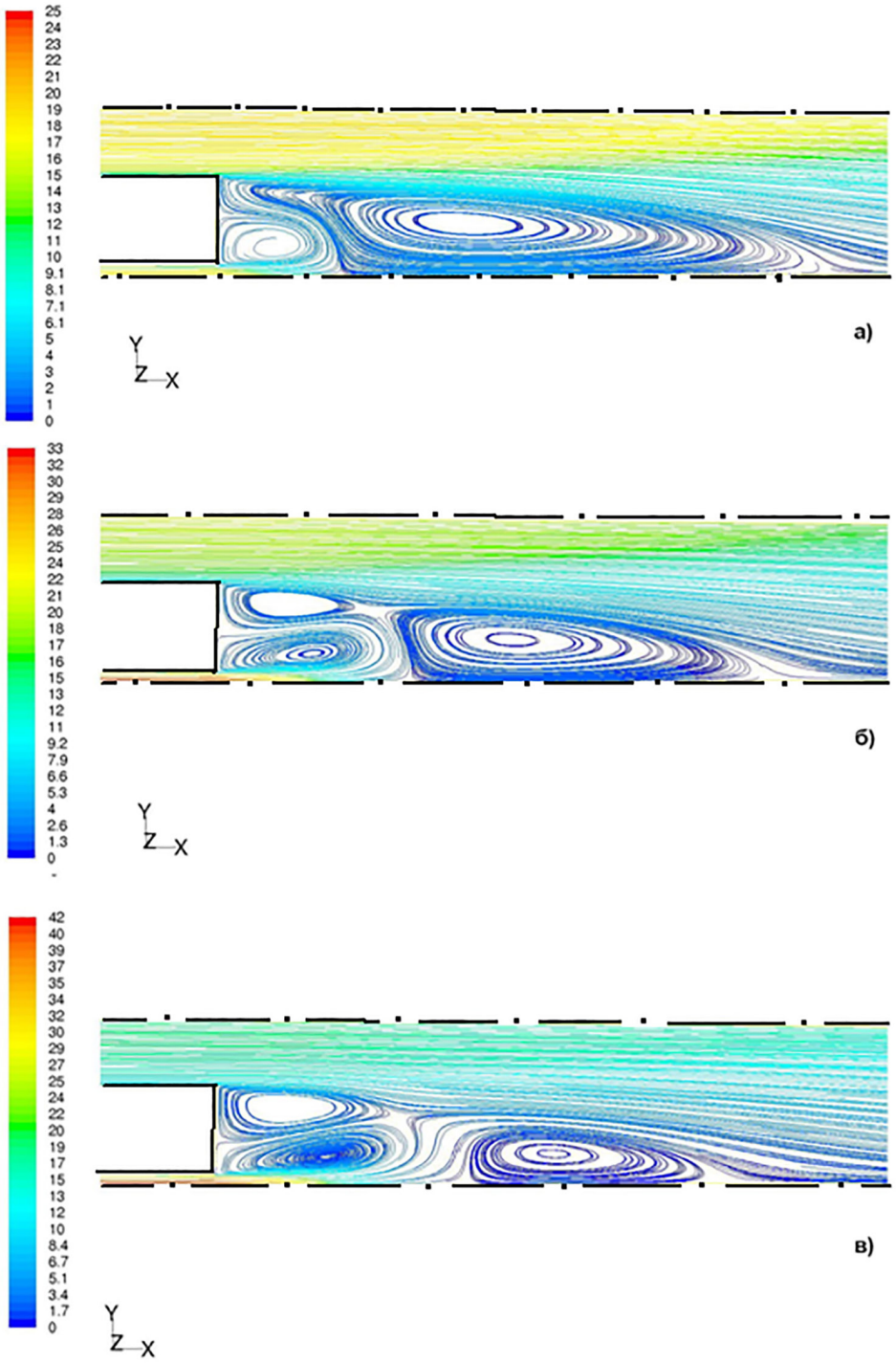


Рис. 2. Картини ліній току в поздовжньому перерізі, що проходить через вісь газоподавального отвору, при k_f = 0,6 для різних величин f: (а) — f = 0,72; (б) — f = 1,44; (в) — f = 2,13

V_{BX}^{Γ} (тобто із зростанням параметра *f*) вихор, що прилягає до струменя газу, стає менш яскраво вираженим і при подальшому підвищенні швидкості V_{BX}^{Γ} повністю вироджується (див. рис. 3 б, в).

Отже, в роботі виконано чисельні дослідження течії в стабілізаторних пальниках з торцевою подачею палива в зону рециркуляції. Встановлено ефекти впливу параметра *f*, який відповідає відношенню середніх швидкостей газу V_{BX}^{Γ} на вході в газоподавальні отвори і повітря $U_{BИX}^{\Pi}$ на виході з міжстабілізаторного каналу. Показано, що від величини параметра *f* залежить протяжність зони зворотних токів, кількість і конфігурація вихорів в зоні рециркуляції тощо.

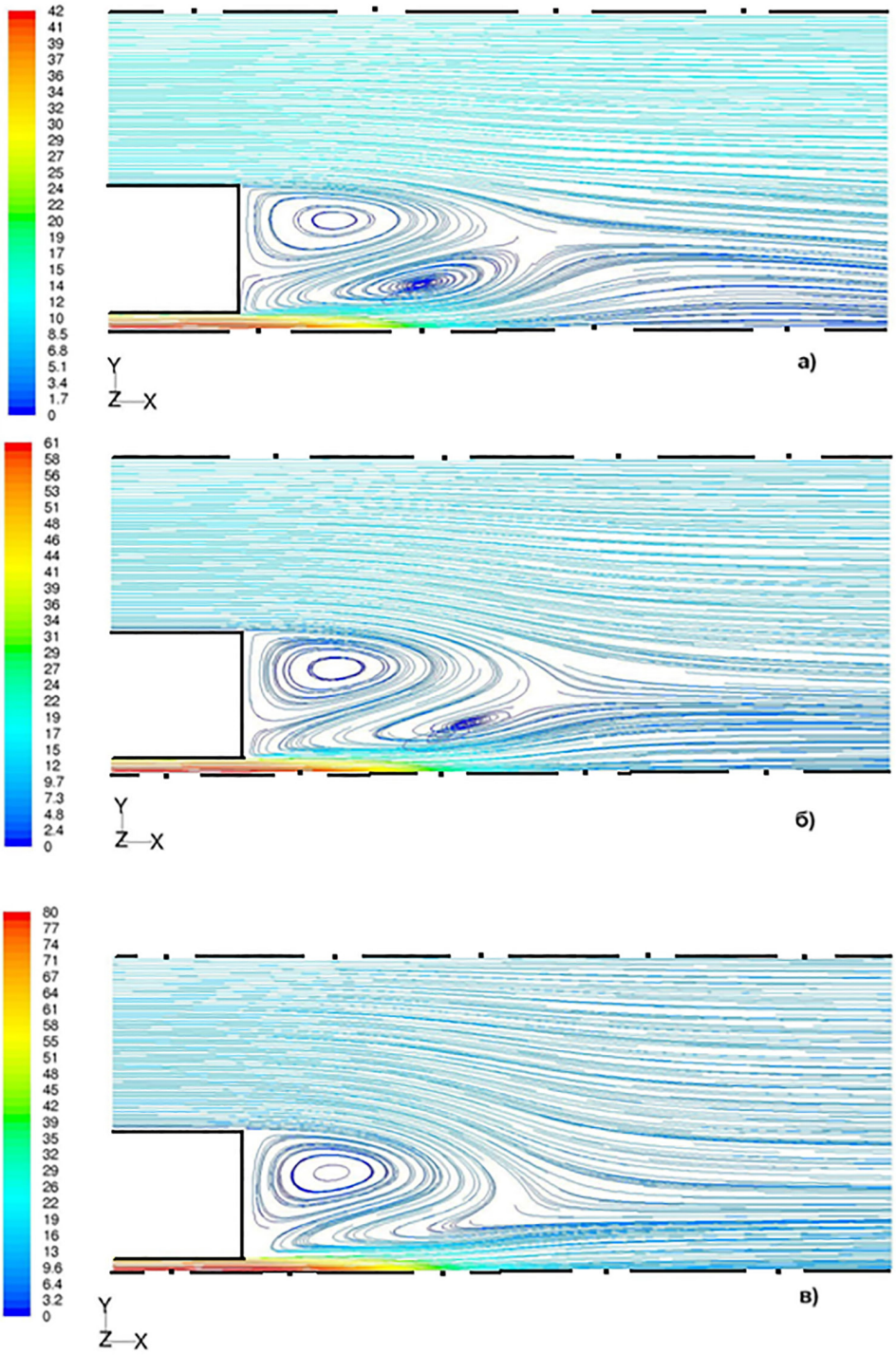


Рис. 3. Картини ліній току в поздовжньому перерізі, що проходить через вісь газоподавальних отворів, для k_f = 0,45 при різних значеннях відношення швидкості газу *f*: (а) — *f* = 2,64; (б) — *f* = 3,91; (в) — *f* =5,3

Література

1. Fialko N.M., Aleshko S.A., Rokitko K.V., Maletskaya O.E., Milko E.I., Kutnyak O.N., Olkhovskaya N.N., Regragui A., Donchak M.I., Evtushenko A.A. Regularities of mixture formation in the burners of the stabilizer type with one-sided fuel supply. *Технологические системы.* 2018. 3(38). С. 37–43. https://doi.org/10.29010/084.3.

2. Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В, Прокопов В.Г., Полозенко Н.П., Меранова Н.О., Алешко С.А., Иваненко Г.В., Юрчук В.Л., Милко Е.И., Ольховская Н.Н. Моделирование структуры течения в эшелонированных решетках стабилизаторов при варьировании шага их смещения. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* 2015. Т. 2, № 8(74). С. 29–34. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39193.

3. Fialko N.M., Prokopov V.G., Sherenkovskii Ju.V., Aleshko S.A., Meranova N.O., Yurchuk V.L., Hanzha M.V. Modeling of heat transfer processes in stabilizer burners with heat-resistant coatings. *The development of technical sciences: problems and solutions: Conference Proceedings* (April 27–28, 2018). Brno: Baltija Publishing, 2018. P. 189–192.

4. Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В., Майсон Н.В., Меранова Н.О., Бутовский Л.С., Абдулин М.З., Полозенко Н.П., Клищ А.В., Стрижеус С.Н., Тимощенко А.Б. Математическое моделирование процессов течения и смесеобразования в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* 2014. Т. 3, № 8(69). С. 40–44. https://doi.org/10.15587/1729–4061.2014.24895

5. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О., Альошко С.О. Аеродинаміка і сумішоутворення в пальниках з багаторядною струменевою системою паливоподачі. *Теплофізика та теплоенергетика.* 2023. № 2. С. 34–44. https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2023.4.

6. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Алёшко С.А., Абдулин М.З., Рокитько К.В., Малецкая О.Е., Милко Е.И., Ольховская Н.Н., Реграги А., Евтушенко А.А. Компьютерное моделирование течения в микрофакельных горелочных устройствах с асимметричной подачей топлива. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2018. Т. 28, № 8. С. 117–121. https://doi.org/10.15421/40280823.

7. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Альошко С.О., Меранова Н.О., Рокитько К.В. CFD моделювання температурних режимів зони горіння пальників стабілізаторного типу з асиметричною подачею палива. *Теплофізика та теплоенергетика.* 2019. Т. 41, № 4. С. 13–18. https://doi.org/10.31472/ttpe.4.2019.2.

8. Фіалко Н.М., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О., Альошко С.О., Полозенко Н.П., Чехаровська М.І., Дашковська І.Л., Хміль Д.П., Кліщ А.В., Попружук І.О. Ефекти впливу номеру ряду струменевої подачі палива на характеристики течії і сумішоутворення в мікрофакельних пальникових пристроях. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука».* 2023. № 6(140). С. 65–70. https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-6-8767.

9. Фіалко Н.М., Меранова Н.О., Шеренковський Ю.В., Абдулін М.З., Альошко С.О., Рокитько К.В. Моделювання процесів горіння в мікрофакельних пальниках з асиметричним паливорозподілом, НАН України, Інститут технічної теплофізики, НАН України. Київ, Миколаїв: СПД Румянцева Г.В., 2023. 212 с.

10. Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В., Майсон Н.В., Меранова Н.О., Абдулин М.З., Бутовский Л.С., Полозенко Н.П., Клищ А.В., Стрижеус С.Н., Тимощенко А.Б. Влияние пластинчатых турбулизаторов потока на характеристики течения и смесеобразования топлива и окислителя в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2014. Вип. 24.6. С. 114–121. https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_6/20.pdf (дата звернення: 01.10.2024).

11. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О., Альошко С.О., Кутняк О.М., Рокитько К.В., Малецька О.Є., Хміль Д.П., Сороковий Р.Я. Особливості аеродинаміки і змішування палива та окиснювача в пальниках з трирядною паливоподачею. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука».* 2023. № 10(144). С. 63–67. https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-10-8968.

УДК 621.313.323

Чугунов Давид В'ячеславович
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Дніпровського державного технічного університету
Chugunov Davyd
Postgraduate Student of the
Dniprovsky State Technical University
ORCID: 0009-0001-9227-8717

Десна Дмитро Олексійович
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Дніпровського державного технічного університету
Desna Dmytro
Postgraduate Student of the
Dniprovsky State Technical University

Нізімов Віктор Борисович
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри електротехніки та електромеханіки
Дніпровський державний технічний університет
Nizimov Viktor
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Electrotechnics and Electromechanics Department
Dniprovsk State Technical University
ORCID: 0000-0002-4580-5262

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10351

КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ КОНТУРА ЗБУДЖЕННЯ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ ПУСКУ І САМОЗАПУСКУ

CONTROL OF EXCITATION CIRCUIT PARAMETERS OF SYNCHRONOUS MOTORS AT START-UP AND SELF-START

Анотація. *Значну питому вагу в забезпеченні безперервних і складних технологічних процесів на підприємствах металургійної, хімічної, нафтопереробної галузей промисловості мають синхронні двигуні (СД) з системами збудження (СЗ). Існуючі типи промислових механізмів і машин потребують різних пускових та вхідних моментів у роботі СД.*

У залежності від вимог технологічних процесів для вирішення проблеми пуску потужних синхронних високовольтних двигунів запропоновані наступні схемні рішення: прямий асинхронний пуск із керуванням параметрами контуру збудження; пуск із керуванням по колу статора СД із використанням пристроїв, що змінюють параметри енергії джерела живлення; пуск із використанням допоміжних електричних машин і механізмів.

Під час прямого асинхронного пуску СД підвищення електро-магнітного моменту можна досягти через застосування спеціальних методів керування контуром збудження. Це може включати циклічне регулювання напруги збудження, поступове або крокове зниження опору пускового резистора, а також їх комбіноване використання. Також можливе складніше керування системою збудження, використання пускових індуктивних опорів, систем збудження з перетворювачами двобічної провідності та використання ємнісних накопичувачів енергії у контурі збудження. Додатково, можливе впровадження змін у конструкції самого стаціонарного двигуна, таких як використання розщеплених обмоток збудження з послідовними конденсаторами або розташування ємнісних стрижнів збудження.

Істотне підвищення асинхронного моменту СД при зниженій напрузі може бути отримане при циклічному введенні ємнісних накопичувачів енергії (ЄНЕ) в контур збудження. Застосування ЄНЕ дозволяє зменшити фазовий зсув між е.р.с. і струмом ОЗ з одночасним ростом струму i_f і його активної складової, а також використовувати запасену накопичувачем енергію ковзання, що призводить до зростання асинхронного моменту. Подача форсувальної напруги в ОЗ з одночасним включенням ЄНЕ забезпечує подальше збільшення моменту.

В статті розглянуто схему пристрою при циклічному керуванні параметрів контуру збудження СД. Для оцінки ефективності циклічного керування параметрами контуру ОЗ розраховані перехідні процеси асинхронного ходу СД типу СДС3 2000–100 потужністю 2000 кВт, 100 об/хв. Наведені розрахункові залежності прямого асинхронного пуску СД, а також з циклічною зміною параметрів контуру збудження. Для порівняльної оцінки виконані розрахункові залежності з ЄНЕ при циклічній зміні параметрів контуру збудження.

Аналіз розрахункових залежностей показує, що з включенням ЄНЕ в ОЗ вхідний момент зростає на 22% проти резисторного пуску за відповідного зростання амплітуди струму ОЗ на 39%. Максимальне значення перехідної напруги $U_{fмакс}$ при включенні ЄНЕ перевищує лише на 7% перехідну напругу на ОЗ при пуску СД з семиразовим пусковим резистором.

Ключові слова: *циклічні керування, ємнісний накопичувач енергії, синхронний двигун, контур збудження.*

Summary. *Synchronous motors (SD) with excitation systems (SZ) have a significant specific weight in ensuring continuous and complex technological processes at enterprises of the metallurgical, chemical, and petroleum processing industries. Existing types of industrial mechanisms and machines require different starting and input moments in the operation of the SD.*

Depending on the requirements of technological processes, the following circuit solutions are proposed to solve the problem of starting powerful synchronous high-voltage motors: direct asynchronous start with control of the excitation circuit parameters; start-up with control around the stator of the LED using devices that change the energy parameters of the power source; starting with the use of auxiliary electric machines and mechanisms.

During a direct asynchronous start of a synchronous motor, an increase in electromagnetic torque can be achieved through the use of special methods of controlling the excitation circuit. This may include cyclic regulation of the excitation voltage, gradual or stepwise reduction of the resistance of the starting resistor, as well as their combined use. More complex control of the excitation system, the use of starting inductive resistances, excitation systems with two-way conductivity converters, and the use of capacitive energy storage in the excitation circuit are also possible. Additionally, it is possible to introduce changes in the design of the stationary motor itself, such as the use of split excitation windings with series capacitors or the arrangement of capacitive excitation rods.

A significant increase in the asynchronous moment of the LED at a reduced voltage can be obtained by cyclically introducing capacitive energy storage devices (EEE) into the excitation circuit. The use of ENE allows to reduce the phase shift between the E.R.S. and OZ current with a simultaneous increase in the if current and its active component, as well as use the stored slip energy, which leads to an increase in the asynchronous torque. The supply of forcing voltage to the OT with the simultaneous inclusion of the ENE ensures a further increase in torque.

The article discusses the scheme of the device during cyclic control of the LED excitation circuit parameters. To evaluate the effectiveness of the cyclic control of the parameters of the circuit, the transient processes of the asynchronous operation of the SDS3 2000–100 type with a power of 2000 kW, 100 rpm were calculated. Calculated dependences of direct asynchronous start of the LED, as well as with cyclical changes in the parameters of the excitation circuit, are given. For a comparative assessment, calculated dependences on the ENE with cyclic changes in the parameters of the excitation circuit were performed.

The analysis of calculated dependencies shows that with the inclusion of ENE in the OZ, the input torque increases by 22% compared to the resistor start with a corresponding increase in the OZ current amplitude by 39%. The maximum value of the transient voltage Ufmax when the ENE is turned on exceeds the transient voltage on the OZ by only 7% when starting the LED with a seven-fold starting resistor.

Key words: *cyclic controls, capacitive energy storage, synchronous motor, excitation circuit.*

Постановка проблеми. Підвищення ефективності керування режимами асинхронного пуску завантажених синхронних електроприводів (СЕП) в умовах пониженої напруги живильної електромережі для збереження складних та безперервних технологічних процесів може бути досягнуто вмиканням ємнісних накопичувачів енергії в обмотку збудження є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технічна реалізація одноразової зміни величини пускового резистора розглянута в [1]. При такому керуванні забезпечується асинхронний режим з максимально можливими пусковим і вхідним моментами. Наявність додаткового тиристорного ключа, який шунтує частину пускового резистора, ускладнює пристрої і знижує надійність синхронного електропривода.

Для забезпечення режиму пуску і самозапуску СД під навантаженням запропоновано замість звичайної короткозамкненої пускової клітки в полюсні наконечники закладати з'єднану в «зірку» трифазну обмотку, до якої підключаються розташовані на спицях ротора пусковий індукційний пристрій, або регульований через контактні кільця активний опір

[2; 7]. Подібні пристрої ускладнюють конструкцію двигуна, знижують його надійність і можуть бути реалізовані тільки в період капітальних ремонтів.

Відомі способи підвищення електромагнітного моменту СД шляхом компенсації опору контуру збудження ротора [3].

У роботі [4] запропонований спосіб збільшення електромагнітного моменту, створюваного обмоткою збудження СД, в області підсинхронної швидкості при зменшенні індуктивності ОЗ за допомогою динамічної ємності, налаштованої на бажану частоту.

Для збільшення електромагнітного моменту СД при малих значеннях ковзання, запропонований пусковий пристрій, який містить у контурі збудження резистори, один із яких підключають паралельно конденсатору, а іншої — послідовно [5].

Існуючі способи і пристрої для асинхронного збільшення моменту СД основані на компенсації електромагнітної інерційності контурів збудження шляхом вмикання резисторів, накопичувальних акумуляторів енергії розчепленні обмотки збудження з ємностями, а також компенсуючої електрорушійної сили [6; 8].

У наведених роботах не достатньо визначено вплив ємнісного накопичувача енергії на моменти і струми контурів СД.

Мета статті. Підвищення пускового та вхідного моментів СД при циклічному керуванні параметрами контуру збудження для збереження складних та безперервних технологічних процесів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Принципова схема пристрою (рис. 1) при циклічній зміні параметрів контуру збудження СД. При досягненні заданого ковзання пусковий струм замикається через резистор R1 та конденсатор С накопичувача енергії при однойменній полярності е.р.с. і струму ротора, що призводить до ємнісної компенсації індуктивності поздовжньої осі еквівалентної схеми заміщення двигуна, зростання струму і зменшення його фазового зсуву і, в результаті, до зростання прискорюючого моменту, створюваного ОЗ.

При цьому реле К2 обтікається струмом і замикає свій контакт кола керування тиристором VS2. За зміни полярності е.р.с. ротора (тобто при її переході через нуль) включається реле К1 і відключається реле К2, що призводить до включення тиристора VS1 та відключення тиристора VS2. При цьому ЄНЕ виводиться з контуру збудження (при різнойменній полярності е.р.с. та струму ротора), вводиться додатковий резистор R3, зменшується амплітуда струму та змінюється його фаза, що призводить до зменшення гальмівного моменту, створюваного ОЗ. При зміні полярності струму ротора останній замикається через ЄНЕ і резистор R1, що призводить до зростання струму, зменшення фазового зсуву та збільшення прискорюючого моменту, що створюється обмоткою збудження. Надалі режим роботи тиристорів повторюється.

При перевищенні напруги на ОЗ допустимого рівня пробиваються стабілітрони VD5 або VD6, що призводить до шунтування ЕНЕ резисторами R2 або R3.

Для оцінки ефективності застосування ЄНЕ в ОЗ спільно з форсувальною напругою розраховані перехідні процеси асинхронного пуску СД типу СДСЗ 2000-100 за рівняннями Парку-Горьова відповідно до алгоритму керування (рис. 1).

Процес циклічного керування параметрами починається при ковзанні s = 0,2.

при одночасних знаках e_f і i_f	при різнойменних знаках e_f і i_f
$x_c = x_c(s)$	$x_c = 0$
$U_{f\phi} = k_\phi U_{f\,ном}$	$U_{f\phi} = 0$
$R_n = R_f\left(k_{пмин} + 1\right)$	$R_n = R_f\left(k_{пмин} + 1\right)$
$x_c = 0 \;\; при \;\; U_f > U_{доп}$	

(1)

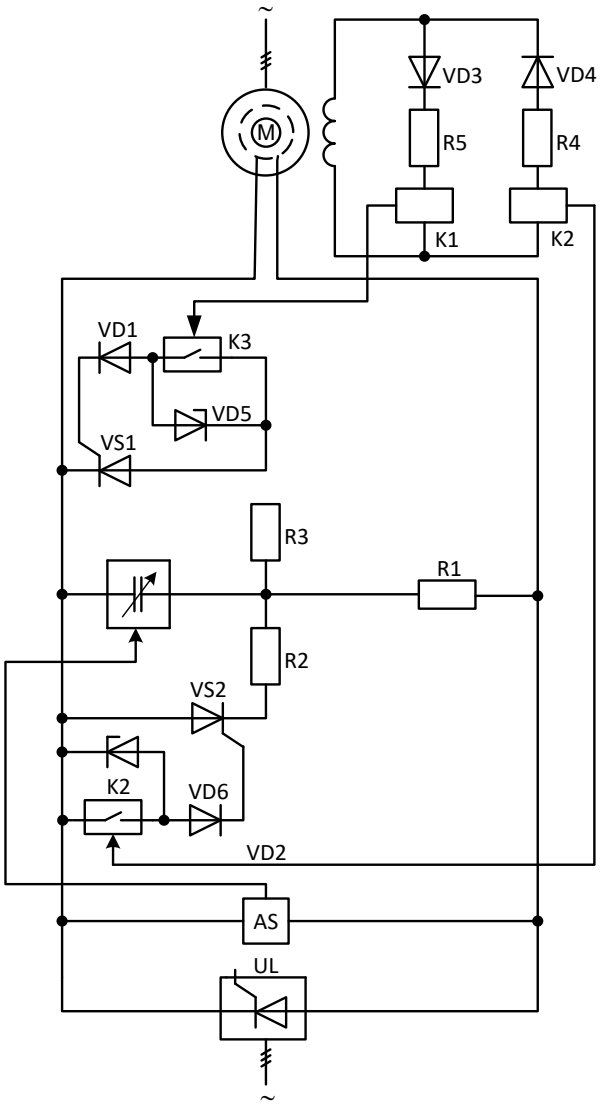


Рис. 1. Принципова схема керування при циклічному керування параметрами контуру збудження СД з ЄНЕ

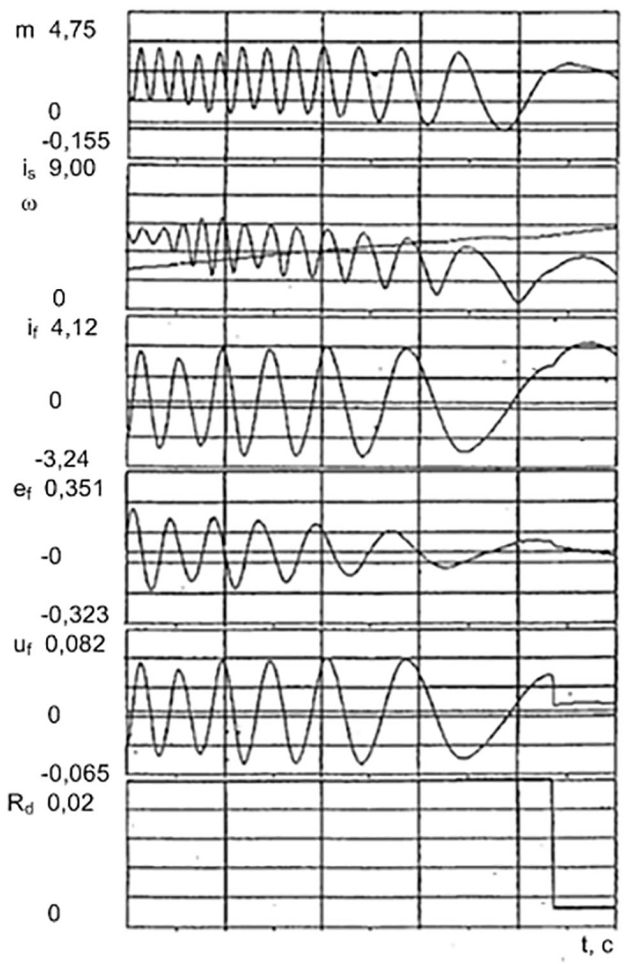


Рис. 2. Розрахункові залежності асинхронного пуску СД із семикратним пусковим резистором

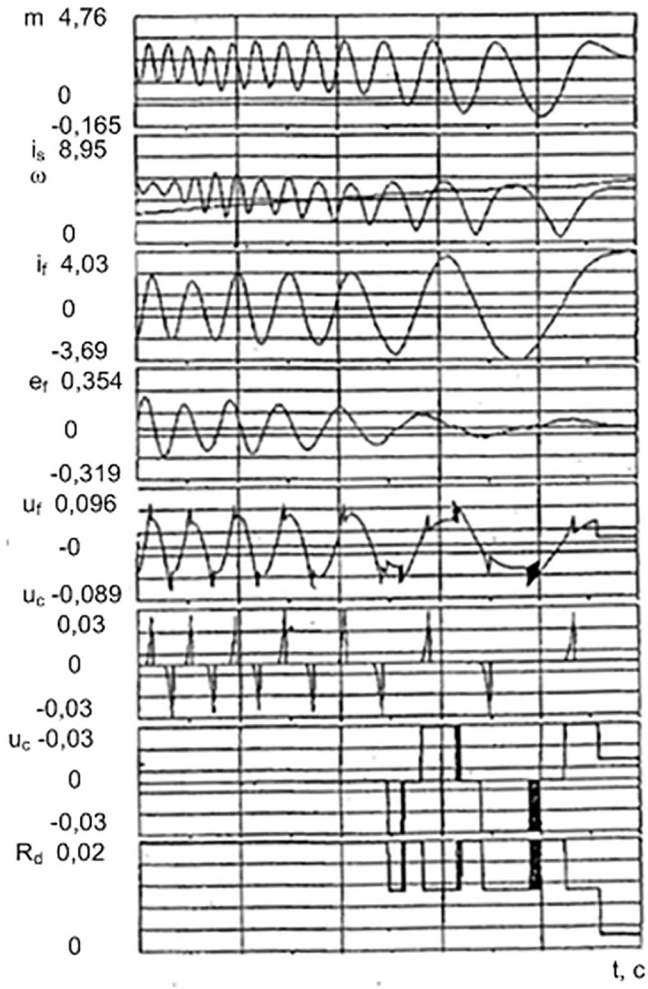


Рис. 3. Розрахункові залежності асинхронного пуску СД з ЄНЕ із форсованою напругою збудження

При збігу знаків е.р.с. та струму ОЗ параметри контуру збудження прийняті C = 2000 мкФ, $R1 = 4\,R_f$, а при різнойменних знаках е.р.с. та струму ОЗ замикається на десятикратний пусковий резистор.

На рис. 2, 3 наведені фрагменти резисторного пуску СД з десятикратним пусковим резистором, при циклічному керуванні параметрами контуру збудження без обмеження рівня перехідної напруги на ОЗ, а також з обмеженням перенапруг на ОЗ, а на рис. 4, 5 — розрахунок залежності асинхронного пуску СД та ЄНЕ.

Зазначене керування здійснюється при кожному провертанні ротора СД, що веде до збільшення електромагнітного моменту, створюваного ОЗ, при збігу знаків e_f і i_f. При різнойменних знаках e_f та i_f знижується величина гальмівного моменту, що створюється ОЗ.

Процес керування параметрами контуру збудження за допомогою ЄНЕ починається при ковзанні s = 0,2. При співпадінні знаків e_f і i_f параметри ЄНЕ прийняті C = 2000 мкФ, $R_n' = 4R_f$, $U_{fф}$ = 0,03 о.е., а при $U_f > U_{доп}$ = 0,03 в.о., ємність виводиться з контуру збудження. При різнойменних знаках e_f і $i_f - x_c = 0$, $U_{fф} = 0$, $R_n'' = 7R_f$.

Аналіз розрахункових залежностей показує, що з включенні ЄНЕ в ОЗ вхідний момент зростає на 22% проти резисторного пуску за відповідного зростання амплітуди струму ОЗ на 39%. Максимальне значення перехідної напруги $U_{fмакс}$ при включенні ЄНЕ перевищує лише на 7% перехідну напругу на ОЗ при пуску СД з семиразовим пусковим резистором.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Запропоновано пристрій для асинхронного пуску СД з циклічним керуванням параметрами контуру збудження.

Аналіз розрахункових залежностей показує, що з включенні ЄНЕ в ОЗ вхідний момент зростає на 22% проти резисторного пуску за рахунок відповідного зростання амплітуди струму ОЗ на 39%. Максимальне значення перехідної напруги $U_{fмакс}$ при включенні ЄНЕ перевищує лише на 7% перехідну напругу на ОЗ при пуску СД з семиразовим пусковим резистором.

Доцільно провести експериментальні дослідження для підтвердження працездатності пристрою та визначення оптимальних паралельних параметрів контуру збудження.

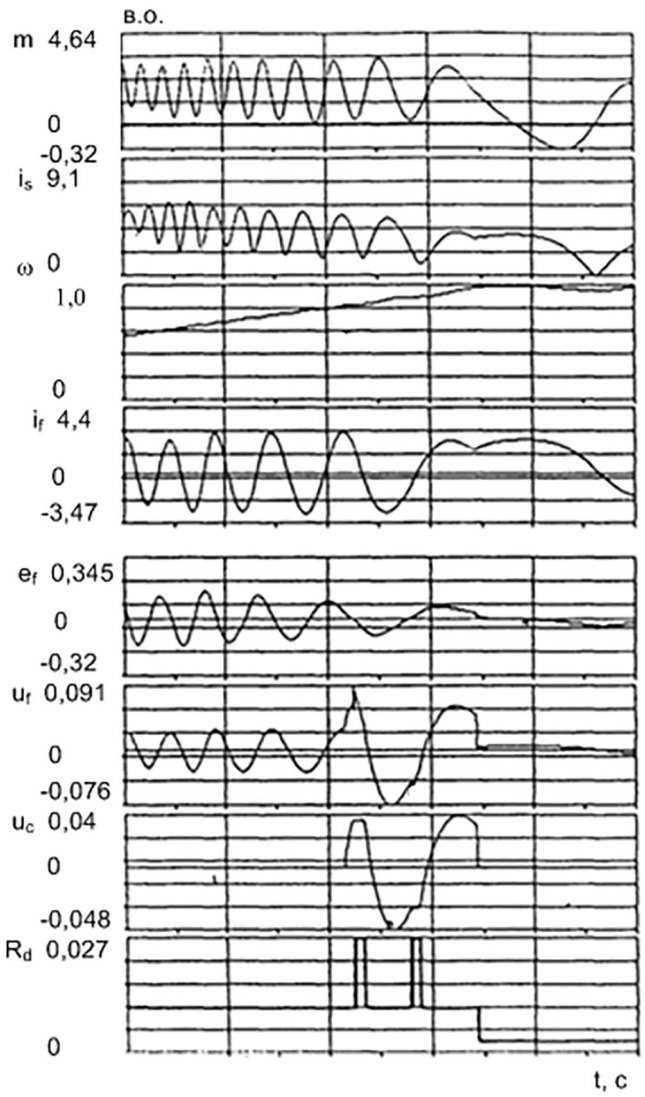


Рис. 4. Розрахункові залежності асинхронного пуску СД при циклічній зміні параметрів контуру збудження з НЕ при C = 2000 мкФ, $4R_f$

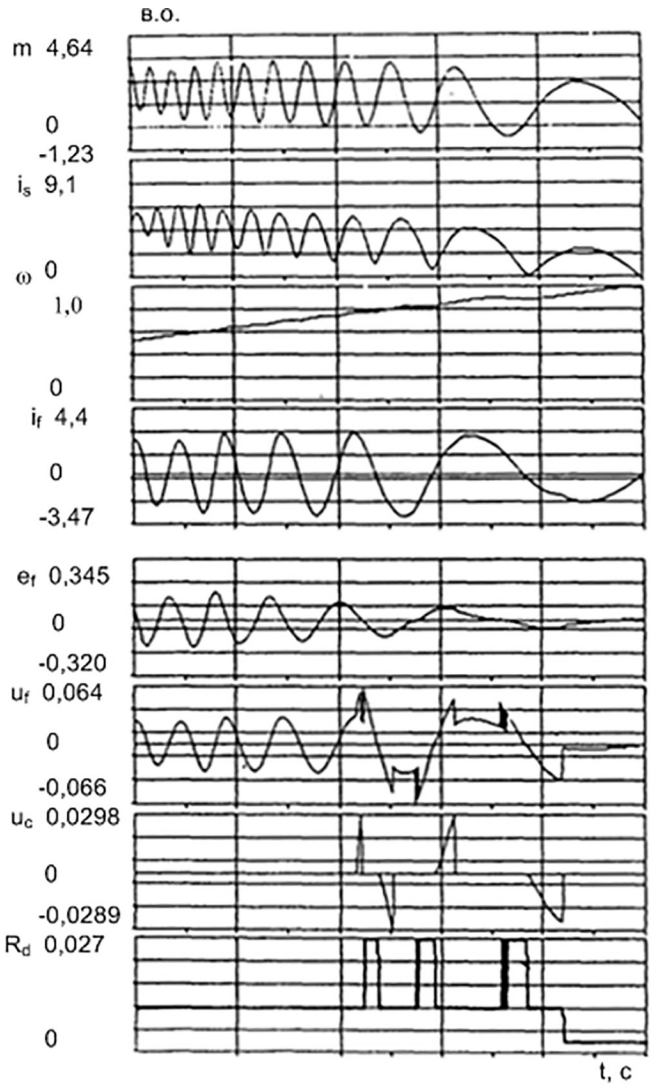


Рис. 5. Розрахункові залежності асинхронного пуску СД при циклічній зміні параметрів контуру збудження з обмеженням перенапруг на ОЗ

Література

1. Родькін Д. І., Гладирь А. І. Система формування пускових характеристик електроприводів змінного струму з важкими умовами пуску. Кременчук : КДПІ, 2003. 10 с.

2. Davison E., Narayan R. The Optimal Output Feedback Control of a Synchronous Machine. Power Apparatus and Systems. *IEEE Transactions on. PAS-90.* 1971. 2123–2134. doi: 10.1109/TPAS.1971.293030.

3. Чорний О. П., Гладирь А. І., Осадчук Ю. Г., Курбанов І. Р., Вошун А. Н. Пускові системи нерегульованих електроприводів: монографія. Кременчук : ПП А. В. Щербатих, 2006. 280 с.

4. Kar N. C., El-Serafi A. M. A new model for the saturated synchronous machines using the intermediate-axis saturation characteristics. *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering.* 2002. Vol. 1. P. 172–177. doi: 10.1109/CCECE.2002.1015194.

5. Banshchikov N., Toporkov D., Bakiev R. Investigation of transients during start-up of hybrid synchronous electric motor of submersible oil pump with permanent magnets. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2018. 194. 052003. doi: 10.1088/1755-1315/194/5/052003.

6. Šundrica M., Petrinić M. Observer-based Linear Control of Synchronous Machine with Damper and Excitation Winding. *Acta Polytechnica Hungarica.* 2020. Vol. 17, No. 6. P. 95–114.

7. Kaukonen J. Salient pole synchronous machine modelling in a industrial direct torque controlled drive application. *PhD Thesis*. Lappeenrata University of Technology, Finland. 1999.

8. Šundrica M. Synchronous Machine Nonlinear Control System Based on Feedback Linearization and Deterministic Observers. *Control Theory in Engineering*. 2019. p. 145. https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89420.

9. Півняк Г.Г., Кириченко В.І., Бородай В.А. Про новий напрямок удосконалення крупних синхронних електродвигунів. *НАН України. Технічна електродинаміка. Темат. випуск.* Київ, 2002. Ч. 2. С. 62–65.

10. Спосіб пуску синхронного двигуна: пат. 98412 Україна. № 201103138; заявл. 17.03.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9. 8 с.

11. Спосіб пуску синхронного двигуна та пристрій для його реалізації: пат. 106667 Україна. № 201300459; заявл. 14.01.2013; опубл. 29.09.2014, Бюл. № 18.

12. Спосіб пуску синхронного двигуна з блоком пуску: пат. 9850 Україна: № 94311448; заявл. 03.08.1993; опубл. 30.09.1996, Бюл. № 3.

УДК 641.5:664.644.016.76

Швець Андрій Вікторович
студент
Національного університету харчових технологій
Shvets Andriy
Student of the
National University of Food Technologies

Неміріч Олександра Володимирівна
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції
Національний університет харчових технологій
Niemirich Oleksandra
Doctor of Technical Sciences, Full Professor,
Head of the Department of Technology of Restaurant and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies

Бортнічук Олег Вікторович
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри готельно-ресторанної справи
Національний університет харчових технологій
Bortnichuk Oleh
Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Hotel and Restaurant Business
National University of Food Technologies

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10427

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З СУХОФРУКТАМИ

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR BAKERY PRODUCTS WITH DRIED FRUITS

Анотація. *Обґрунтовано доцільність використання сухофруктів (сушена вишня, чорнослив, родзинки) та насіння олійних культур (чіа, кунжут, льон) як додаткової функціональної сировини у технологіях хлібобулочних виробів власного виробництва в закладах ресторанного господарства. Досліджено вплив зазначеної додаткової сировини на перебіг біохімічних процесів під час ферментації тіста, які впливають на фізико-хімічні властивості та органолептичні показники якості багетів.*
Ключові слова: *хлібобулочні вироби, багети, сухофрукти, олійні зернові культури.*

Summary. *The feasibility of using dried fruits (dried cherries, prunes, raisins) and oilseeds (chia, sesame, flax) as additional functional ingredients in bakery technology for in-house production in the foodservice industry has been substantiated. The impact of these additional ingredients on the biochemical processes during dough fermentation, which affect the physicochemical properties and organoleptic quality characteristics of baguettes, was investigated.*
Key words: *bakery products, baguettes, dried fruits, oilseeds.*

Постановка проблеми. Хлібобулочні вироби традиційно мають високий попит серед усіх категорій та вікових груп населення, оскільки складають значну частину раціону в нашій країні та багатьох інших. Хліб є вагомим джерелом білка, який хоча й не вважають повноцінним, проте в поєднанні зі споживання м'ясних та рибних кулінарних виробів суттєво впливає на загальну біологічну цінність білків раціону. Вуглеводи в хлібі представлені здебільшого крохмалем, який швидко тамує голод і дає

швидке насичення, запобігаючи переїданню іншими високо енергетичними харчовими продуктами.

Традиційні технології хлібобулочних виробів передбачають тривалі періоди ферментації тістових напівфабрикатів, що зумовлює наявність у готовій продукції значної кількості ароматичних і смакових речовин, робить більш доступними для засвоювання мінеральні речовини, сприяє накопиченню вітамінів групи В через життєдіяльність дріжджів, зумовлює триваліший період свіжості хліба. Натомість, прискорені технології, які сьогодні переважають у крафтовому виробництві хлібобулочних виробів, передбачають скорочення або повне виключення етапів дозрівання опар, заквасок чи тіста. Це не дає змогу повністю використати природний потенціал процесів біохімічних перетворень колоїдів тіста під впливом дріжджів і молочнокислого бродіння, важливих для повноти споживчих властивостей хліба. Отже, застосування додаткової смакової та функціональної сировини у технологіях крафтових хлібобулочних виробів є актуальним і дає змогу частково усунути недоліки прискорених методів приготування хліба щодо формування смаку, аромату, терміну зберігання, поживної цінності. Також кожний новий вид додаткової сировини надає можливості до розширення асортименту унікальної кулінарної продукції, що позитивно впливає на конкурентоспроможність закладів ресторанного господарства.

Мета статті. Дослідження впливу додаткової сировини (сухофрукти, олійні зернові культури) на технологічний процес виробництва багетів як борошняної продукції власного виробництва в закладі ресторанного господарства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання додаткової сировини, зокрема функціональної, у технологіях борошняної продукції достатньо поширене в наукових роботах як вітчизняних, так і іноземних вчених [1–9]. Наукові розробки в цьому напрямі стосуються різних аспектів вдосконалення технологій хлібобулочних виробів, що, наприклад, показує огляд, зроблений Raquel P.F. Guiné та Raquel P.F. Guiné (Polytechnic University of Viseu, Portugal) [1].

В статті «Impact of Functional Ingredients on the Technological, Sensory, and Health Properties of Bakery Products» (автори — Roberta Tolve та Barbara Simonato, Department of Biotechnology, University of Verona, Italy) також представлено корисний літературний огляд щодо застосування побічних продуктів харчової промисловості як функціональних інгредієнтів для збагачення хлібобулочних виробів. Приділено увагу створенню виробів з низьким глікемічним індексом завдяки заміні частини пшеничного борошна продуктами цикорію та нутовим борошном [3–5]. В дослідженні з використанням шпинату для підвищення поживної цінності хліба було показано можливість внесення 20% шпинату в рецептуру без погіршення структурно-механічних властивостей готової продукції, але водночас поліпшення споживчих характеристик. Окрім цього, подібні дослідження доводять ефективність додаткової сировини рослинного походження у хлібобулочних виробах як спосіб підвищення споживання рослинної продукції серед населення [3; 4]

Як видно з огляду наукової літератури, вдосконалення технологій борошняної продукції, завдяки впровадження у рецептури додаткових інгредієнтів рослинного походження, є актуальним науковим завданням для світової спільноти вчених з харчових технологій.

Виклад основного матеріалу. Для удосконалення технології обрано багет з пшеничного борошна вищого сорту. Як додаткову сировину використано: борошно цільнозернове, насіння чіа, насіння кунжуту, насіння льону, чорнослив, родзинки, сушену вишню. Також було змінено спосіб приготування тіста — замість дріжджів використано суху закваску САПОРЕ РІГОЛЕТТО.

Базову рецептуру багета наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Базова рецептура багета французького

Сировина	Маса сировини, г/100 г борошна
Борошно пшеничне вищого сорту	100
Сіль	2,4
Дріжджі пресовані	1,6
Вода	70
Вихід	***130***

Джерело: складено авторами

Французька булка (багет) — це довгий невеликий в діаметрі виріб, який м'який всередині та обов'язково з хрусткою скоринкою, іноді присипаною борошном чи насінням.

Тістові напівфабрикати для багета зазвичай швидше ферментуються та випікаються, ніж звичайний хліб. Багет не розрахований на тривале зберігання, оскільки процеси черствіння в ньому відбуваються швидше через застосування прискорених технологій виробництва. Зазначені особливості багету слід мінімізувати вдосконаленням рецептурного складу та технології. Модель дослідження рецептури та технології багету наведена на рис. 1.

Найважливішими показниками, які загалом характеризують перебіг технологічного процесу виробництва хліба, є питомий об'єм і пористість готових виробів. Включення у рецептуру будь-якої додаткової сировини безумовно впливатиме на більшість складних біохімічних перетворень, які відбуваються у тістових напівфабрикатах, і, відповідно змінюватимуться вихідні параметри. Отже, параметрами технологічного процесу потрібно керувати з огляду на кінцевий результат — значення питомого об'єму та пористості хліба.

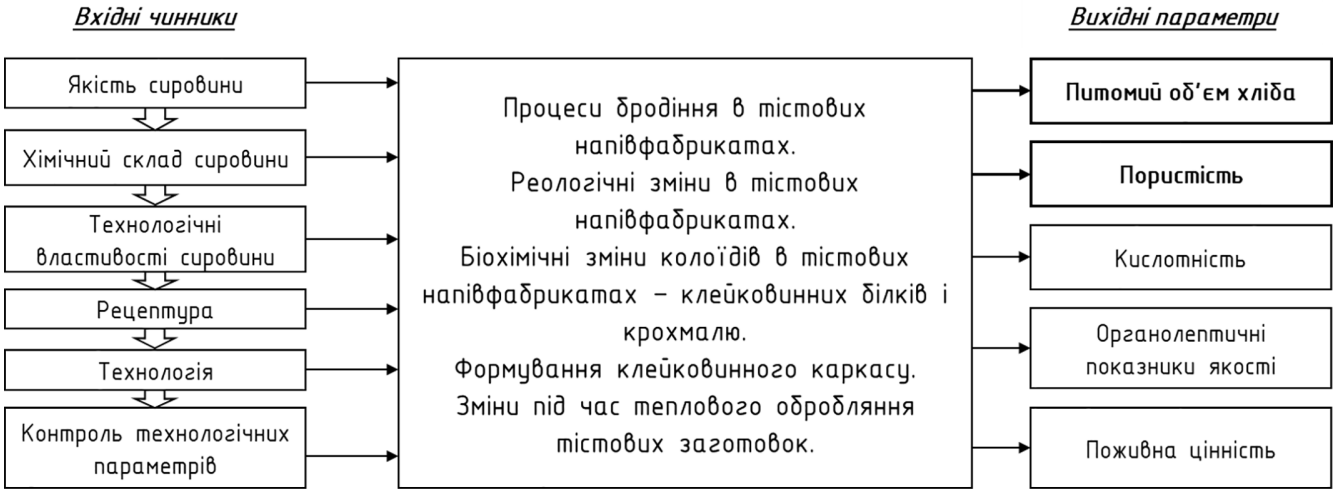


Рис. 1. Модель формування фізико-хімічних і споживчих показників хлібобулочних виробів
Джерело: розроблено авторами

Для дослідження було створено модельні рецептури (табл. 2), в яких за результатами попередніх органолептичних оцінок пробних зразків багетів встановлено оптимальну кількість сухофруктів у рецептурі на рівні 7,5% до маси борошна. Дві третини борошна пшеничного вищого сорту замінено на борошно пшеничне цільнозернове. Насіння олійних культур (чіа, льон, кунжут) вирішено не додавати у тісто, а використовувати як посипку.

Сухофрукти додавали у тісто після попереднього замочування у воді та подрібнення в пюреподібну масу блендером.

Насамперед дослідили вплив додаткової сировини на процеси дозрівання тістових напівфабрикатів за показниками газоутворення в тісті (рис. 2) та зміни окисно-відновного потенціалу тіста (рис. 3).

Швидкість газоутворення виражено вища у виробах з додатковою сировиною, порівняно з контрольним зразком. Частково це пов'язано із застосуванням закваски замість дріжджів, яка вже на початку бродіння підкислює тісто і створює сприятливі умови для спиртового бродіння дріжджів. У модельних зразках тіста з додатковою сировиною раніше настає переорієнтація дріжджів на зброджування мальтози, що видно з другого піку на графіку. Ймовірно це пов'язано з іншим видом дріжджів у складі використаної закваски, порівняно з контрольним зразком тіста, де застосовано звичайні пресовані дріжджі. Після 2,5 год бродіння динаміка газоутворення вирівнюється для усіх зразків і надалі не відрізняється суттєво.

Характер кривих на рис. 2 може свідчити про скорочення тривалості дозрівання тіста, виготовленого з додатковою сировиною у вигляді подрібнених сухофруктів і заміни дріжджів на суху закваску.

Окисно-відновний потенціал (ОВП) виражено через показник rH_2, який пов'язує ОВП (мВ) та pH середовища. Оскільки під час бродіння тіста

Таблиця 2

Модельні рецептури багетів з сухофруктами та олійним насінням

Сировина	Маса сировини, г/100 г борошна			
	контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Борошно пшеничне вищого сорту	100	33	33	33
Борошно пшеничне цільнозернове	-	60	60	60
Сіль	2,4	2,4	2,4	2,4
Дріжджі пресовані	1,6	-	-	-
Закваска САПОРЕ РІГОЛЕТТО	-	2,5	2,5	2,5
Олія льняна	-	2	2	2
Чорнослив	-	7	-	-
Родзинки	-	-	7	-
Сушена вишня	-	-	-	7
Насіння (чіа, льон, кунжут)	-	3	3	3
Вода	за розрахунком для отримання тіста вологістю 47%			

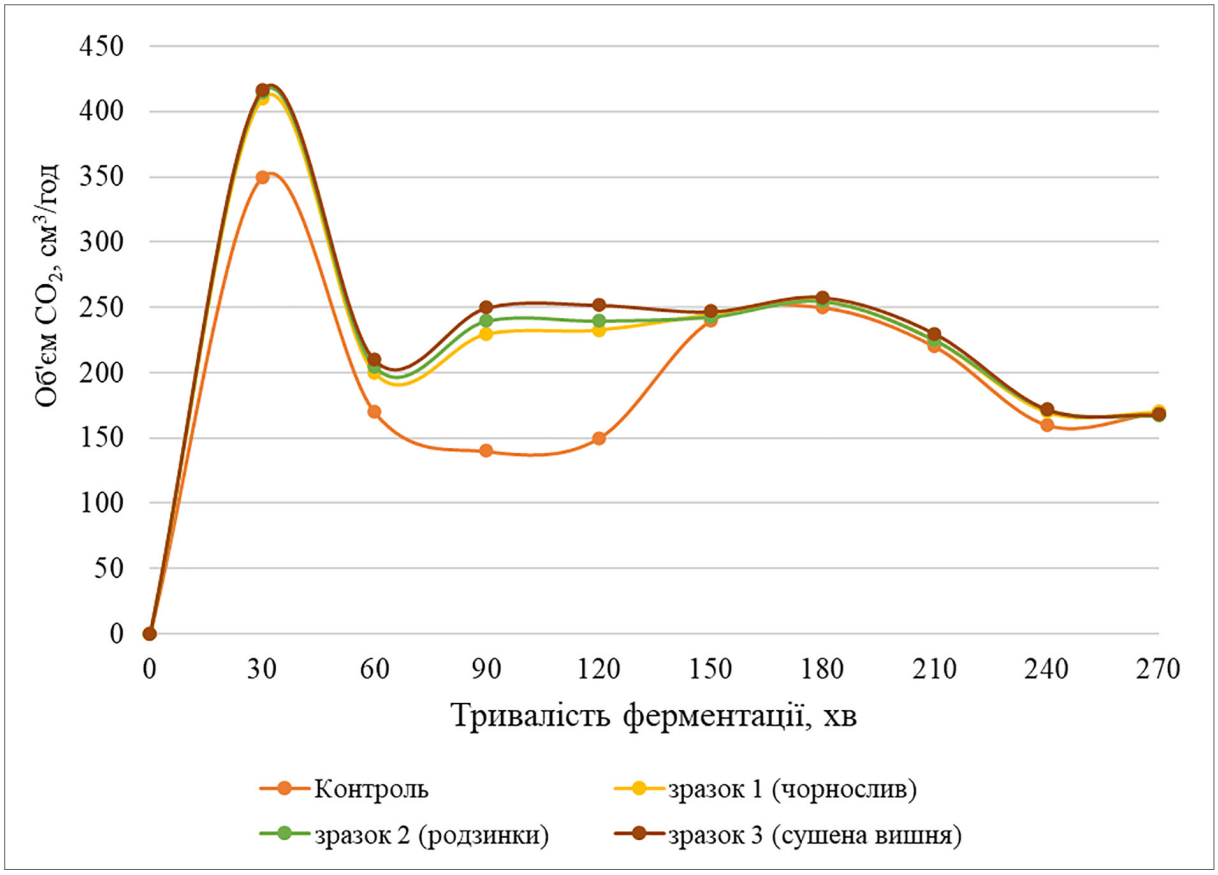


Рис. 2. Динаміка газоутворення в модельних зразках тіста

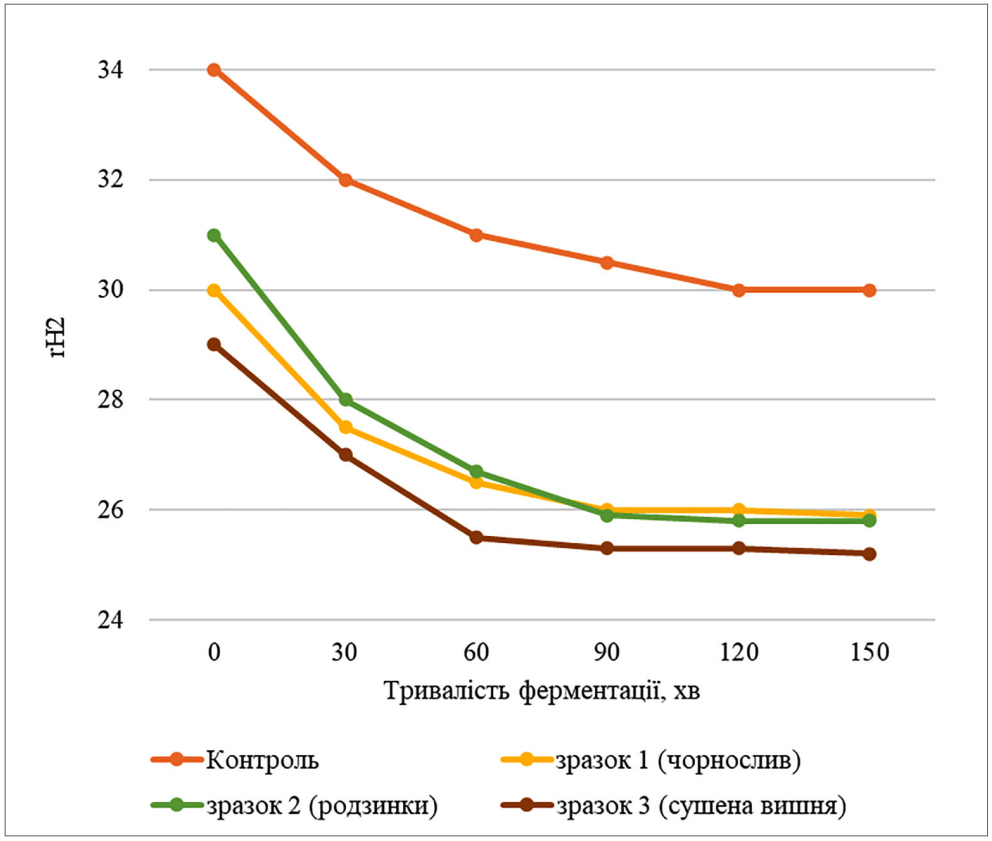


Рис. 3. Зміна окисно-відновного потенціалу в модельних зразках тіста

Таблиця 3

Структурно-механічні показники багетів

Показники	Багети			
	Контроль	з додаванням		
		родзинки	чорнослив	сушена вишня
Вологість, %	45,5±0,5	45,0±0,5	45,0±0,5	45,0±0,5
Кислотність, м'якушки, град.	2,4±0,2	3,6±0,2	3,6±0,2	4,0±0,2
Пористість, %	72,0±2,0	65,0±2,0	65,0±2,0	66,0±2,0
Питомий об'єм, см^3/100 г	270±*4,0*	260±*4,0*	261±*4,0*	263±*4,0*
Формостійкість, H/D	0,40	0,44	0,43	0,45

накопичуються речовини-відновники, які знижують ОВП та pH, за зміною ОВП можливо визначити оптимальну тривалість ферментації тістових напівфабрикатів. Очевидно, що закінчення спаду кривої динаміки ОВП вказує на завершення в тісті мікробіологічних і біохімічних процесів дозрівання. Як видно з рис. 3, приблизно на 90 хв ферментації криві ОВП зразків тіста з сухофруктами та закваскою вирівнюються, що на 30 хв раніше, ніж в контрольному зразку. Отже, тривалість дозрівання тіста з сухофруктами та закваскою дійсно прискорюється, оскільки речовини, які зумовлюють повноту дозрівання цих напівфабрикатів, утворюють швидше, порівняно з контролем. Загалом, менші початкові та кінцеві значення ОВП модельних зразків тіста пояснюються зниженням pH середовища через внесення додаткової сировини з вищою кислотністю, а також значну роль в цьому має заміна дріжджів на закваску.

Проведено пробні лабораторні випікання багетів на основі модельних зразків тіста з сухофруктами. Результати вимірювання структурно-механічних показників готової продукції наведено в табл. 3.

Вологість м'якушки удосконалених зразків багетів не відрізняється на достовірне значення від контрольного зразка, хоча помітна закономірність до зниження вологості. Це можливо пояснюється зменшенням у системі клейковинних білків, внаслідок заміни частини борошна на сухофрукти.

Вища титрована кислотність пояснюється застосуванням закваски, замість дріжджів.

Достовірно знижуються пористість і питомий об'єм виробів з сухофруктами, що пояснюється збігом декількох чинників: зниження в системі вмісту клейковини; заміна частини пшеничного борошна вищого сорту на цільнозернове пшеничне борошно; зниження газоутримувальної здатності тіста, через зниження вмісту клейковини. Водночас, формостійкість виробів поліпшується.

Варто зазначити, що отримані значення структурно-механічних показників для багетів з додатковою сировиною у вигляді сухофруктів, є нормою для таких хлібобулочних виробів, беручи до уваги суттєве збільшення частки пшеничного цільнозернового борошна в рецептурі.

Висновки. Запропоновані рецептури багетів, які видозмінені додаванням до 7,5% сухофруктів (чорнослив, родзинки, сушена вишня) до маси борошна, а також заміна двох третіх частин пшеничного борошна вищого сорту на пшеничне цільнозернове борошно, дає змогу отримати готові хлібобулочні вироби задовільної якості. Характер біохімічних та мікробіологічних процесів, які відбуваються у зразках тіста з додаванням сухофруктів і заквасок, свідчить про прискорення процесів дозрівання тістових напівфабрикатів, що позитивно впливає на організаційні аспекти виробництва крафтових хлібобулочних виробів у закладах ресторанного господарства.

Література

1. Development and Characterisation of Functional Bakery Products. *MDPI*. URL: https://www.mdpi.com/2673–7167/4/3/17 (дата звернення: 28.10.2024).

2. Нєміріч О.В., Михайленко В.М., Брага Є. Актуальність використання соргового борошна при виробництві італійського традиційного хлібобулочного виробу «Чіабата». *Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів*. (11–12 квітня 2019 р.). Київ : НУХТ, 2019. Ч. 3. С. 362.

3. Impact of Functional Ingredients on the Technological, Sensory, and Health Properties of Bakery Products. *MDPI*. URL: https://www.mdpi.com/2304–8158/13/20/3330 (дата звернення: 28.10.2024).

4. Guan Y., Yang X., Pan C., Kong J., Wu R., Liu X., Wang Y., Chen M., Li M., Wang Q. et al. Comprehensive Analyses of Breads Supplemented with Tannic Acids. *Foods.* 2023. 12. 3756.

5. The Impact of Selected Ingredients on the Predicted Glycemic Index and Technological Properties of Bread. *MDPI*. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/16/2488 (дата звернення: 28.10.2024).

6. Нєміріч О. В. Наукове обґрунтування та розроблення технологій сушеної харчової продукції та харчових продуктів з її використанням: автореф. дис. … докт. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія харчової продукції». НУХТ. Київ, 2019. 46 с.

7. Бархоленко І. О., Бондар Д. О., Шаран Л. О., Бондар Н. П., Шаран А. В., Губеня В. О. Доцільність використання борошняних кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності у закладах харчування при готеля. *Молодий вчений.* 2019. № 1. С. 176–179.

8. Бондар Н., Шаран Л., Силка І. та ін. Використання базиліку сушеного у технології булочок для гамбургерів. *Молодий вчений.* 2018. № 53. С. 413–418.

9. Сапоре Ріголетто. *Puratos — компанія віддана пекарям, кондитерам та шоколатьє*. URL: https://www.puratos.com.ua/uk/products/sapore-rigoletto (дата звернення: 28.10.2024).

УДК 811.111:81'37

Гонтаренко Наталія Миколаївна
кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри англійської філології
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Gontarenko Nataliya
PhD, Associate Professor,
Associate Professor of the English Philology Department
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10405

КОГНІТИВНО-СЕМАНТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АНГЛІЙСЬКИХ ДІЄСЛІВ ПРОСТОРОВОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ

COGNITIVE-SEMANTIC RESEARCH OF ENGLISH MOTION VERBS

Анотація. *У статті подано огляд досліджень англійських дієслів просторового переміщення з позицій когнітивної семантики. Розглянуто дискусійні аспекти семантики дієслів переміщення та обгрунтовано доцільність застосування когнітивно-семантичного підходу для пояснення механізмів формування значення лексичних одиниць.*

Ключові слова: *дієслово просторового переміщення, концептуальна структура, когнітивно-семантичний підхід, семантична структура.*

Summary. *This article offers an overview of research papers which explore English verbs of motion from a cognitive semantics perspective. The discussion includes contentious aspects of motion verb semantics as well as the advantages of the cognitive-semantic approach in explaining the mechanisms behind lexical meaning formation.*

Key words: *cognitive-semantic approach, conceptual structure, motion verb, semantic structure.*

Настановам сучасного мовознавства оптимальним чином відповідає інтегративний когнітивно-семантичний підхід до аналізу значення мовних одиниць, який враховує співвідношення між досвідом, концептуальною системою та семантичною структурою, яка об'єктивується в мові. Згідно з настановами когнітивної семантики, існують загальні принципи структуризації, які діють на різних рівнях мови відповідно до принципів когніції. Такий підхід відкриває нові евристичні можливості, оскільки він уможливлює зсув фокусу уваги з інвентаризації та класифікації наявних значень до вивчення механізмів та моделей утворення значень.

Суттєвий вплив на розвиток дослідження глибинної семантики дієслів просторового переміщення справили психолінгвісти Дж.Міллер і Ф. Джонсон-Лерд [9; 10], чиї праці знаменували становлення когнітивної лінгвістики. У контексті нашого дослідження важливо звернути увагу на підхід Дж. Міллера та Ф. Джонсон-Лерда до виокремлення дієслів просторового переміщення та визначення типів таксономічних відношень між ними. Так, з метою ідентифікації дієслів переміщення Дж. Міллер використовує *неповні дефініції* (*incomplete definitions*) — словосполучення, що мають більш загальне значення, ніж те слово, яке вони заміщують; таким чином, слово включає неповну дефініцію, однак неповна дефініція не включає слова. На думку дослідника, *семантична царина* (*semantic domain*) — це будь-яка група слів, значення яких містять одну й ту саму неповну дефініцію [9, с.415]. Так, дієслова переміщення описують зміни місцезнаходження об'єктів, отже вони усі містять неповну дефініцію «change location» [9, с. 338].

Пізніше Дж. Міллер і Ф. Джонсон-Лерд обирають ідентифікатором дієслово *travel*, яке в одному зі своїх значень містить загальну ідею зміни місцезнаходження, а також використовують його у *тесті на заперечення* (*the but test*) для визначення гіпонімів дієслова *travel*. Якщо дієслова належать до різних лексико-семантичних груп, їх можна поєднати сполучником *but*: *He brought it, but he died* є

комунікативно повноцінним. У випадку гіпонімії, заперечення призводить до абсурдності висловлення: *He walked, but he didn't travel* є комунікативно неповноцінним, оскільки *walk* є гіпонімом *travel*. Однак цей тест не може бути застосований для визначення віддаленої семантичної спорідненості: хоча *walk* і *come* є дієсловами переміщення, у тесті на заперечення вони утворюють логічно прийнятні висловлення — *He came, but he didn't walk*. / *He walked, but he didn't come* [10, с. 478].

Примітно також, що Дж. Міллер і Ф. Джонсон-Лерд відносять до дієслів переміщення *start* та *stop*, хоча до них не можуть бути застосовані вищезгадані тести. Незважаючи на те, що первинні значення *start* та *stop* не мають нічого спільного з переміщенням, а позначають зміну стану, дослідники вважають, що ці дієслова набули вторинного значення переміщення [10, с.529]. Наприклад, на дорожніх знаках вживається *stop* як антонім *go*, яке є дієсловом переміщення. Вживання *start* у реченні *She started to New York from her home* сприймається лише як *started to go*. Принагідно зауважимо, що на думку Дж. Ліча, дієслова *start, stop, arrive, leave, land* набувають значення переміщення, коли вживаються у тривалих часових формах: *The bus was stopping* означає сповільнення переміщення, а не його зупинку [6, с. 25–27].

У результаті компонентного аналізу дієслів переміщення Дж. Міллером було виявлено 12 семантичних ознак, що відображають базові механізми сприйняття переміщення (простір, час, зміна, рух, шлях, напрямок, інструментальність, дейксис та ін.).

Згодом, у спільній праці «Language and Perception» [10], Дж. Міллер і Ф. Джонсон-Лерд обґрунтовують положення про те, що ці семантичні ознаки співвідносяться з концептуальними ознаками переміщення, які об'єднуються у концептуальні поля — перцептуальні предикати, в основі яких лежать ієрархічні (таксономічні і партонімічні) відношення між концептами. У сукупності концептуальне і лексичне поле утворюють лексико-семантичне поле. Наприклад, лексико-семантичне поле переміщення організується навколо перцептуального предиката TRAVEL (x) і має ієрархічну структуру, у якій нижчий рівень успадковує усі семантичні компоненти неповних дефініцій вищого рівня, плюс інші компоненти [10, с. 237–267].

У теорії Дж. Міллера і Ф. Джонсон-Лерда висувається гіпотеза, що дієслова переміщення є онтогенетично первинними: будучи «найбільш дієслівними з усіх дієслів», вони слугують основою усієї поняттєвої системи людини. Саме тому вони засвоюються дітьми раніше, ніж інші дієслова [10, с.527]. Вчені вважають, перцептуальна система людини утворена з концептуальних ознак, що відображають базові механізми сприйняття переміщення (простір, час, зміна, рух, шлях, напрямок, інструментальність, дейксис та ін.), отже усі базисні предикати у семантичній репрезентації речення можливо представити у термінах локалізації.

Проблеми співвідношення мови з перцепцією також аналізуються у праці психолінгвістів В. Левелта, Р. Шредера і Е. Хенкемпа [7]. Дослідники поділяють дієслова руху на транспозиційні та нетранспозиційні. «Нетранспозиційні дієслова позначають рух теми на місці, яке концептуально неподільне» [7, с. 139]. Оскільки транспозиційні дієслова позначають рух з одного місця в інше, то можливо припустити існування проміжної точки переміщення теми. Отже, інформантам було запропоновано завершити речення *They verbed (X) via …*, де *verbed* — дієслово у минулому неозначеному часі та *X* — факультативний додаток. На основі цього тесту дієслова розподілено на дві групи. Наприклад, *shiver, wrap, yawn* є нетранспозиційними, а дієслова *roll, trudge, walk* — транспозиційними [7, с. 140].

В. Левелт та колеги виходять з положення про те, що значення лексеми містить судження про її сприйняття, при цьому певні семантичні компоненти сприймаються як більш значущі, ніж інші. З метою ідентифікації таких компонентів застосовувався «принцип мінімального заперечення»: сприймаючи заперечне речення, слухач буде вносити у структуру значення лише мінімальні зміни, щоб зрозуміти який елемент заперечується. У дослідженні інформантам було запропоновано завершити речення *They do not verb (X), but they …* Дослідники припускають, що операція заперечення спрямована на найбільш значущий семантичний компонент дієслова, на основі якого інформантами буде обрано інше дієслово. Так, працюючи з реченням *They do not ski, but they …*, більшість інформантів пропонували дієслово *skate*, що засвідчує салієнтність семантичного компонента «засіб переміщення».

Однак загалом результати тесту не були однозначними, оскільки у низки дієслів виявлено кілька салієнтних компонентів: дієслову *drive* протиставляли *walk* (засіб переміщення) і *sail* (засіб переміщення і середовище переміщення). На думку дослідників, у дієслів з конкретним значенням (*ascend*/*descend, arrive*/*depart, come*/*go*) можливо виділити один компонент, який є більш салієнтним за будь-які інші; у дієслів зі складною семантичною структурою (*dive, row, swim*) — кілька приблизно однакових за значущістю компонентів [7, с. 146–144].

Дослідження Дж. Міллера, Ф. Джонсон-Лерда, В. Левелта, Р. Шредера і Е. Хенкемпа окреслили перспективи подальших наукових пошуків у сфері когнітивної лінгвістики, серед яких — залучення логічних операцій над обсягом і змістом понять для семантичної стратифікації лексичних одиниць, виведення й систематизації концептуальних ознак; а також застосування запропонованої методики співвіднесення семантичних і концептуальних ознак.

Фундаментальні дослідження дієслів просторового переміщення виконано у галузі когнітивної

семантики. Зокрема, у типологічних дослідженнях Л. Талмі [17] розглядаються моделі лексикалізації концептуальних ознак переміщення у семантичній структурі дієслова. Л. Талмі постулює наявність двох типів мов — *сателітно-орієнтованих* (*satellite-framed*) і *дієслівно-орієнтованих* (*verb-framed*) залежно від того, який із компонентів конструкції містить вказівку на ядерну схему переміщення (тобто на його напрямок). У сателітно-орієнтованих мовах (наприклад, іспанській, французькій) напрямок переміщення лексикалізовано переважно у сателітних елементах (префіксах, прийменниках, підрядних дієслівних конструкціях), а в дієслівно-орієнтованих мовах — у дієслові.

Англійська мова належить до сателітно-орієнтованих, оскільки у системному значенні більшості англомовних дієслів переміщення лексикалізовано концептуальну ознаку спосібу переміщення, при цьому напрямок переміщення виражається за допомогою директивних прийменникових словосполучень. Такий тип лексикалізації напрямку переміщення уможливлює вираження складних траєкторій при одному дієслові: *The man ran back down into the cellar* [17, с.130].

Типологія Л. Талмі зумовила стабільний інтерес когнітивних лінгвістів до системних **лексико-типологічних досліджень.** Так, згідно з дослідженням Д. Слобіна [13], в англійській мові (на відміну від іспанської, японської і голландської) виявлено найбільше дієслів на позначення нормальної та утрудненої ходьби. Окрім того, в англомовних дієсловах найбільш яскраво виражено стан суб'єкта переміщення (*stroll, strut, stumble*), при цьому дієслівні модифікатори здебільшого посилюють наявні в дієслові емоційно-оцінні ознаки, а не компенсують відсутні компоненти значення [13, с. 725].

Аналіз лексико-типологічних досліджень дієслів просторового переміщення людини [2; 5; 13; 18] показує, що дослідники не ставили за мету охопити увесь клас дієслів. Так, матеріалом досліджень Д. Слобіна [13] і П. Ферез [2] слугували дієслова просторового переміщення людини, отримані від інформантівносіїв досліджуваних мов. Б. Мальт і колеги [4] добирали дієслова пішого переміщення з корпусу дієслів способу переміщення, укладеного Д. Слобіним. У дослідженні В. Юан [18] дієслова просторового переміщення людини вибрано не зі словників, а з класу дієслів способу переміщення, сформованого Б. Левін на основі альтернацій у їхній аргументній структурі [8]. За такого підходу поза увагою залишилися усі дієслова на позначення плавання (*dog-paddle*, *butterfly*, *crawl* та ін.), самостійного переміщення з використанням обладнання (*crampon, snowshoe* та ін.), а також кілька десятків дієслів пішого переміщення і повзання (*bundle, bum, daggle, falter, footslog, tool* та ін.).

Особливе місце серед досліджень, що ґрунтуються на типології Л. Талмі, належить працям психолінгвістичного спрямування. Так, у дослідженнях американського психолінгвіста Д. Слобіна [13; 270–272] представлено зіставний аналіз лексичних засобів опису переміщення у різних мовах з метою вивчення впливу мови на мислення. Як зазначає дослідник, у процесі «мислення з наміром використовувати мову» (thinking-for-speaking), ми звертаємо увагу на ті елементи нашого досвіду, що кодуються мовою, якою ми спілкуємося [14, с. 76]. Підтвердженням цієї гіпотези стали результати численних психолінгвістичних експериментів, проведених Д. Слобіним та його колегами [1; 3; 4; 13; 11; 12; 14–16], у яких носії сателітно-орієнтованих і дієслівно-орієнтованих мов описували переміщення суб'єктів після перегляду малюнків і відеозаписів або читання уривків художніх творів, а також називали і класифікували різні види переміщення. Виявлено, що носії сателітно-орієнтованих мов, до яких належить і англійська, надають перевагу деталізації способу переміщення і демонструють здатність більш точно запам'ятовувати різноманітні ознаки способу переміщення (розмах рук, довжина кроку, швидкість).

Попередні дослідження не надавали достатньої уваги комплексному описові дієслів просторового переміщення людини в сучасній англійській мові з позицій когнітивно-семантичного підходу: впродовж останніх десятиліть вони описувалися фрагментарно, переважно з позицій структурно-семантичного підходу, який обмежувався інвентаризацією їхніх семантичних ознак. З огляду на антропоцентричну природу цих мовних одиниць, їхнє функціональне навантаження і необхідність їх наукової систематизації актуальність дослідження на таку тему видається нам незаперечною.

Література

1. Choi S., Bowerman M. Learning to express motion events in English and Korean: the influence of language-specific lexicalization patterns. *Cognition*. 1991. No.41. P. 83–121.

2. Férez P. Motion in English and Spanish: a perspective from cognitive linguistics, typology and psycholinguistics. Universidad de Murcia, 2008. 469 p.

3. Feiz P. The expression and conceptualization of motion through space and manner of motion in Persian and English: A comparative analysis. Pennsylvania State University, 2007. 228 p.

4. Malt B.C. et al. Human locomotion in languages: Constraints on moving and meaning. *Journal of Memory and Language.* 2014. Vol.74. P. 107–123.

5. Langacker R. Foundations of cognitive grammar. Volume I: Theoretical Prerequisites. Stanford, 1987. 516 p.

6. Leech G. Meaning and the English verb. Routlege, 2013. 117 p.

7. Levelt W., Schreuder R., Hoenkamp E. Structure and use of verbs of motion. Recent Advances in the Psychology of Language. Vol 2. Formal and experimental approaches / R. N. Campbell & P. T. Smith (Eds.). New York: Plenum Press, 1978. P. 137–162.

8. Levin B. English Verb Classes and Alternations: A Preliminary Investigation Chicago: University of Chicago Press, 1993. 348 p.

9. Miller G. A. English verbs of motion: A case study in semantics and lexical memory. Coding processes in human memory / ed. by A. W. Melton, E. Martin. New York, NY: John Wiley & Sons, 1972. P. 335–372.

10. Miller G., Johnson-Laird P. Language and Perception. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1976. 774 p.

11. Özçalışkan S. Metaphors we move by: A crosslinguistic-developmental analysis of metaphorical motion events in English and Turkish. University of California, Berkeley, 2002. 229 p.

12. Özçalişkan Ş., Slobin D. Codability effects on the expression of manner of motion in Turkish and English / ed. by Özsoy A. S. et al. Studies in Turkish linguistics. Istanbul: Boğaziçi University Press, 2003. P. 259–270.

13. Slobin D. et al. Manners of human gait: A crosslinguistic event-naming study. *Cognitive Linguistics*. 2014. Vol. 25, No. 4. P. 701–741.

14. Slobin D. From "*thought* and *language*" to "*thinking* for *speaking*". Rethinking linguistic relativity / ed. by J.Gumperz, S.Levinson. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. P. 70–96.

15. Slobin D. How people move: Discourse effects of linguistic typology / ed. by Moder C. L., Martinovic-Zic A. Discourse across languages and cultures. Amsterdam, John Benjamins, 2004. P. 195–210.

16. Slobin D. What makes manner of motion salient? Explorations in linguistic typology, discourse, and cognition / ed. by Hickman & Robert. Space in languages. Linguistic systems and cognitive categories. Amsterdam, John Benjamins, 2006. P. 5–81.

17. Talmy L. Toward a Cognitive Semantics. Vol. II. Cambridge, MA: The MIT Press, 2000. 490 p.

18. Yuan W. A. Study of Language Typology and Comparative Semantics: Human Locomotion Verbs in English and Chinese. Beijing: Beihang University, 2009. 70 p.

УДК 349

Биндюк Катерина Геннадіївна
студентка магістратури
Державного торговельно-економічного університету
Byndiuk Kateryna
Master's Student of the
State University of Trade and Economics

Севастьяненко Олена Володимирівна
старший викладач кафедри
адміністративного, фінансового та інформаційного права
Державний торговельно-економічний університет
Sevastianenko Olena
Senior Lecturer at the Department of
Administrative, Financial and Information Law
State University of Trade and Economics

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10413

ОСОБЛИВОСТІ ФІНАНСОВОГО КОНТРОЛЮ НБУ ПІД ЧАС ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВОЄННОГО СТАНУ

PECULIARITIES OF THE NBU'S FINANCIAL CONTROL DURING THE MARTIAL LAW REGIME

Анотація. *Вступ. З початку повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України було введено правовий режим воєнного стану, під час якого вносилося безліч змін до українського законодавства. Зміни стосувалися як цивільного законодавства, так і податкового, бюджетного та інших видів права, вони коригували діяльність державних органів для якісного виконання своїх повноважень та для досягнення мети, з якою ці органи створювалися. Одним з таких органів, діяльність якого зазнала змін є Національний банк України. Особливий центральний орган державного управління, однією з функцій якого є здійснення контролю за проведенням грошово-кредитної політики.*

Мета. Визначити сутність фінансового контролю Національного банку України, відповідно до українського законодавства. Проаналізувати внесені зміни до нормативно-правових актів, що регулюють здійснення фінансового контролю, з 22 лютого 2024 року.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є: 1) нормативно-правові акти, що регулюють діяльність Національного банку України; 2) постанови Правління Національного банку України; 3) праці науковців, що проводять свої науково-практичні дослідження у сфері фінансового контролю, особливостей такого контролю та здійснення такого контролю Нацбанком України.

Результати. У наукові роботі визначено поняття фінансового контролю, особливості проведення його Національним банком України. Перелічено постанови Правління НБУ та зміни, які вони вносили в регулювання фінансового контролю під час воєнного стану. Проведена характеристика нормативно-правових актів, які регулювали фінансовий контроль НБУ у мирний час та після початку повномасштабного вторгнення.

Перспективи. У подальших наукових роботах пропонується зосередити увагу на окремі вимоги законодавства у сфері фінансового моніторингу, валютного нагляду та нагляду за реалізацією спеціальних економічних та інших обмежувальних заходів (санкцій) під час воєнного стану.

Ключові слова: *фінансовий контроль, Національний банк України, воєнний стан.*

Summary. *Introduction. Since the beginning of the full-scale invasion of the territory of Ukraine by the russian federation, a legal regime of martial law has been introduced, during which numerous changes were made to Ukrainian legislation. The amendments concerned both civil law and tax, budgetary and other types of law, and adjusted the activities of state bodies to ensure that they performed their duties properly and achieved the purpose for which they were established. One such body*

that has undergone changes is the National Bank of Ukraine. It is a special central government body with one of the functions to control the implementation of monetary policy.

Purpose. To define the essence of financial control of the National Bank of Ukraine in accordance with Ukrainian legislation. Analyse the changes made to the regulatory legal acts governing the implementation of financial control since 22 February 2024.

Materials and methods. The research materials are: 1) regulatory legal acts governing the activities of the National Bank of Ukraine; 2) resolutions of the Board of the National Bank of Ukraine; 3) works of scholars conducting their scientific and practical research in the field of financial control, peculiarities of such control and implementation of such control by the National Bank of Ukraine.

Results. The article defines the concept of financial control and the peculiarities of its implementation by the National Bank of Ukraine. The author lists the resolutions of the NBU Board and the changes they made to the regulation of financial control during martial law. The article describes the legal acts regulating the financial control of the NBU in peacetime and after the beginning of a full-scale invasion.

Discussion. In further research, it is proposed to focus on certain requirements of the legislation in the field of financial monitoring, currency supervision and supervision over the implementation of special economic and other restrictive measures (sanctions) during martial law.

Key words: *financial control, National Bank of Ukraine, martial law.*

Постановка проблеми. Фінансовий контроль НБУ під час воєнного стану в Україні зазнав суттєвих змін, спричинених необхідністю адаптації до нових умов, викликаних війною. Ці зміни стосуються як механізмів контролю, так і загальних принципів функціонування фінансової системи. Основні проблеми, з якими стикається НБУ в умовах воєнного стану, можна розділити на кілька ключових аспектів, як-от адаптація механізмів фінансового моніторингу; забезпечення прозорості операцій; взаємодія з міжнародними партнерами; а також збереження стабільності фінансової системи в умовах правового режиму воєнного стану.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Великий внесок у формування бази для дослідження фінансового контролю в Україні зробили науковці, як-от: І.М. Якимчук — у своїй роботі визначає проблеми і перспективні напрями вдосконалення державного фінансового контролю в Україні з урахуванням необхідності підвищення ефективності діяльності контролюючих органів у сучасних соціально-економічних умовах розвитку України [1]; С.М. Гончарук, Д.В. Долбнєва, С.В. Приймак, Є.М. Романів [2] — у створеному посібнику зазначили, що Національний банк України займає важливу позицію в системі органів фінансового контролю, відповідно до чинного законодавства, на нього покладено обов'язки щодо регулювання та нагляду за банківською діяльністю та забезпечення фінансового контролю.

Виклад основного матеріалу. Визначення викликів, які постали перед державою до війни, є важливим етапом дослідження питання фінансового контролю. Станом на 2021 рік перед Україною стояли виклики для покращення фінансового контролю, як-от: забезпечення розробки законодавчих норм, які відповідають викликам суспільства та єдиній методології фінансового контролю; звернути увагу на розробку стандартів такого контролю та розвиток інформаційних технологій, спрямованих на створення єдиного інформаційного простору контрольної діяльності [1, с. 34].

Центральний орган виконавчої влади, уповноважений Кабінетом Міністрів України на реалізацію державної політики у сфері державного фінансового контролю, забезпечує здійснення державного фінансового контролю [3]. Органи, що здійснюють такий контроль, поділяються на органи загальної компетенції — це Верховна Рада України, Кабінет Міністрів України, Національний банк України та органи спеціальної компетенції — це спеціально створені для фінансового контролю, як-от: Рахункова палата, Держаудитслужба, Державне казначейство, органи Державної фіскальної служби [2, с. 21]. У даній статті вважаємо за необхідне дослідити фінансовий контроль НБУ, особливо в умовах воєнного стану.

Фінансовий контроль Національного банку України до початку війни характеризувався стабільною регуляторною політикою, яка спрямована на забезпечення фінансової стабільності та захисту інтересів вкладників. Основні аспекти, які обозначали фінансовий контроль НБУ:

1. Регулювання банківської діяльності — НБУ здійснював нагляд за банками, контролюючи їх дотримання нормативів капіталу, ліквідності та інших вимог, це забезпечувало стабільність банківської системи та довіру з боку населення;

2. Валютний контроль — НБУ відповідав за регулювання валютного ринку, контролюючи операції з іноземною валютою та запобігаючи спекуляціям, це включало моніторинг валютних курсів та проведення інтервенцій для підтримки національної валюти;

3. Сертифікація аудиторів — НБУ здійснював сертифікацію аудиторів, які проводили перевірки банків, що сприяло підвищенню прозорості та якості фінансової звітності в банківському секторі;

4. Аналіз фінансових відносин — НБУ проводив детальний аналіз грошово-кредитних, фінансових і валютних відносин, що дозволяло виявляти потенційні ризики та своєчасно реагувати на зміни в економічній ситуації;

5. Запобігання фінансовим злочинам — НБУ активно працював над запобіганням відмиванню

коштів і фінансуванню тероризму, впроваджуючи механізми фінансового моніторингу та співпрацюючи з правоохоронними органами [4].

Указом Президента України № 64/2022 було введено воєнний стан із 05 години 30 хвилин 24 лютого 2022 року [5] — війна внесла багато змін у життя українського народу та функціонування державних органів. Перед Національним банком України в питанні здійснення фінансового контролю постали виклики такі як: адаптація нормативно-правової бази; ускладнення, а інколи неможливість проведення виїзних перевірок; зловживання воєнним станом з боку небанківських установ; неналагоджена співпраця з правоохоронними органами.

Зміни, внесені НБУ до фінансового контролю, стосуються виконання окремих вимог законодавства у сфері фінансового моніторингу, валютного нагляду та нагляду за реалізацією спеціальних економічних та інших обмежувальних заходів (санкцій) під час воєнного стану.

Важливим документом, що регулює дане питання є Постанова № 60 «Про особливості виконання окремих вимог законодавства у сфері фінансового моніторингу, валютного нагляду, нагляду у сфері реалізації спеціальних економічних та інших обмежувальних заходів (санкцій) протягом дії воєнного стану» від 23 березня 2022 року. Основні зміни були внесені до регулювання фінансового моніторингу: обов'язок реагування банків на випадки перевищення максимальної суми фінансових операцій, заявленої клієнтом; розширено перелік індикаторів підозрілості, включаючи перевищення максимальної суми фінансових операцій більше ніж у два рази на місяць та нетипову активність на рахунках; внесено уточнення в процедури належної перевірки клієнтів, які є електронними резидентами, з акцентом на ідентифікацію та верифікацію. Постанова містить норми про нагляд за дотриманням вимог: оновлено порядок здійснення безвиїзного нагляду та виїзних перевірок, включаючи використання віддаленого доступу та відеофіксації під час перевірок; визначено особу, уповноважену представляти інтереси банку або небанківської установи під час виїзної перевірки; змінено порядок дій банків і небанківських установ під час ідентифікації та верифікації фізичних осіб, а також актуалізації даних про клієнтів [6].

Наступним важливим документом є Постанова Правління НБУ «Про затвердження Змін до деяких нормативно-правових актів Національного банку України з питань фінансового моніторингу» від 29 грудня 2023 року № 198. Основні зміни стосуються удосконалення механізмів фінансового моніторингу та реагування на ризики, пов'язані з відмиванням коштів і фінансуванням тероризму, що були впровадженні попередніми нормативно-правовими актами Правління НБУ — це обов'язки банків щодо фінансового моніторингу (реакція на перевищення сум та доповнення індикаторів підозрілості); ідентифікації та верифікації (стосується клієнтів, що є електронними резидентами); політично значущих осіб (введено нові норми для обслуговування клієнтів з категорії політично значущих осіб, що передбачає застосування ризик-орієнтованого підходу при встановленні ділових відносин); автоматизації процесів (актуалізовано типові форми відповідей, які банки повинні надавати на запити НБУ, з можливістю автоматизації цього процесу) та безвиїзного нагляду (оновлено порядок здійснення безвиїзного нагляду та виїзних перевірок, включаючи використання відеозв'язку для зустрічей та електронних документів для інформаційного обміну) [7].

Останнім документом, на який ми б хотіли звернути увагу є Постанова Правління НБУ № 37 від 04 квітня 2024 року «Про внесення змін до деяких нормативно-правових актів Національного банку України з питань нагляду». Основні зміни внесені цією Постановою стосуються: безвиїзного нагляду (ведено нові інструменти для безвиїзного нагляду, включаючи віддалений доступ і відеофіксацію під час перевірок — це дозволяє зменшити фізичні візити інспекторів і підвищити ефективність перевірок); автоматизації процесів (зміни передбачають автоматизацію форм відповідей, які установи повинні надавати на запити НБУ, що зменшить адміністративне навантаження); реакції на підозрілі операції (встановлено обов'язок для банків реагувати на випадки перевищення максимальної суми фінансових операцій, що заявлена клієнтом — це допоможе виявляти потенційно незаконні фінансові активності); індикатора підозрілості (доповнено перелік індикаторів, що стосуються нетипової активності клієнтів, що може свідчити про відмивання коштів або фінансування тероризму); оцінки наслідків валютних операцій (НБУ тепер більше орієнтуватиметься на власний аналіз наслідків валютних операцій, а не лише на норми закріплені в нормативно-правових актах, які прийняті Кабінетом Міністрів України — це дозволить швидше реагувати на зміни в економічній ситуації); уповноваженої особи (визначено особу, уповноважену представляти інтереси банку під час виїзних перевірок, що спростить комунікацію між НБУ та фінансовими установами) [8].

Висновки. Зміни у фінансовому контролі Національного банку України (НБУ) під час війни відображають адаптацію регулятора до нових умов, що виникли внаслідок військової агресії. Основні висновки щодо цих змін можна підсумувати наступним чином:

1. Адаптація нормативно-правової бази — Правління НБУ внесло зміни до нормативно-правових актів, зокрема до Положення про порядок організації та здійснення нагляду у сфері фінансового моніторингу, валютного нагляду та реалізації санкцій, ц дозволяє регулятору більш ефективно реагувати на виклики, пов'язані з війною, і забезпечити контроль за фінансовими потоками;

2. Посилення фінансового моніторингу — введено нові механізми для виявлення підозрілих фінансових операцій, що включає розширення індикаторів підозрілості, це допомагає виявляти можливі випадки відмивання коштів або фінансування тероризму;

3. Прозорість і звітність — НБУ зобов'язався забезпечувати максимальну прозорість у своїх операціях, щоб мінімізувати ризики фіскального домінування та зберегти довіру до національної валюти.

Отже, зміни, внесені НБУ у сфері фінансового контролю під час війни, свідчать про прагнення забезпечити стабільність фінансової системи України в умовах надзвичайних обставин. Адаптація нормативно-правової бази, посилення моніторингу є ключовими аспектами цієї стратегії, що має на меті не лише реагування на поточні виклики, але й підготовку до економічного відновлення після завершення війни.

Література

1. Якимчук І.М. Державний фінансовий контроль в Україні та перспективні напрями його вдосконалення. *Економіка та держава*. 2021. № 7. С. 34–39. URL: http://www.economy.in.ua/?op=1&z=4973&i=5 (дата звернення: 15.10.2024).

2. Гончарук С.М., Долбнєва Д.В., Приймак С.В., Романів Є.М. Фінансовий контроль: теорія, термінологія, практика: [навчальний посібник]. Львів : ЛНУ ім. І.Франка, 2019. 298. URL: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/FINANSOVYY-KONTROL-navchalnyy-posibnyk.pdf (дата звернення: 15.10.2024).

3. Про основні засади здійснення державного фінансового контролю в Україні : Закон України від 26 січня 1993 року № 2939-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-12#Text (дата звернення: 15.10.2024).

4. Річний звіт Національного банку України 2021 рік. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/annual_report_2021.pdf (дата звернення: 15.10.2024).

5. Про введення воєнного стану в Україні : Указ Президента України № 64/2022 від 24 лютого 2022 року. URL: https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397 (дата звернення: 15.10.2024).

6. Про особливості виконання окремих вимог законодавства у сфері фінансового моніторингу валютного нагляду нагляду у сфері реалізації спеціальних економічних та інших обмежувальних заходів (санкцій) протягом дії воєнного стану: Постанова Правління Національного банку України № 60 від 23 березня 2022 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0060500–22#Text (дата звернення: 15.10.2024).

7. Про затвердження Змін до деяких нормативно-правових актів Національного банку України з питань фінансового моніторингу: Постанова Правління Національного банку України від 29 грудня 2023 року № 198. URL: https://bank.gov.ua/ua/legislation/Resolution_29122023_198 (дата звернення: 15.10.2024).

8. Про внесення змін до деяких нормативно-правових актів Національного банку України з питань нагляду: Постанова Правління Національного банку України від 04 квітня 2024 року № 37. URL: https://bank.gov.ua/ua/legislation/Resolution_04042024_37 (дата звернення: 15.10.2024).

References

1. Yakymchuk I.M. Derzhavnyi finansovyi kontrol v Ukraini ta perspektyvni napriamy yoho vdoskonalennia. *Ekonomika ta derzhava*. 2021. № 7. S. 34–39. URL: http://www.economy.in.ua/?op=1&z=4973&i=5 [in Ukrainian].

2. Honcharuk S.M., Dolbnieva D.V., Pryimak S.V., Romaniv Ye.M. Finansovyi kontrol: teoriia, terminolohiia, praktyka: [navchalnyi posibnyk]. Lviv: LNU im. I.Franka, 2019. 298. URL: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/FINANSOVYY-KONTROL-navchalnyy-posibnyk.pdf [in Ukrainian].

3. Pro osnovni zasady zdiisnennia derzhavnoho finansovoho kontroliu v Ukraini: Zakon Ukrainy vid 26 sichnia 1993 roku № 2939-KhII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939–12#Text [in Ukrainian].

4. Richnyi zvit Natsionalnoho banku Ukrainy 2021 rik. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/annual_report_2021.pdf [in Ukrainian].

5. Pro vvedennia voiennoho stanu v Ukraini: Ukaz Prezydenta Ukrainy № 64/2022 vid 24 liutoho 2022 roku. URL: https://www.president.gov.ua/documents/642022–41397 [in Ukrainian].

6. Pro osoblyvosti vykonannia okremykh vymoh zakonodavstva u sferi finansovoho monitorynhu valiutnoho nahliadu nahliadu u sferi realizatsii spetsialnykh ekonomichnykh ta inshykh obmezhuvalnykh zakhodiv (sanktsii) protiahom dii voiennoho stanu: Postanova Pravlinnia Natsionalnoho banku Ukrainy № 60 vid 23 bereznia 2022 roku. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0060500–22#Text [in Ukrainian].

7. Pro zatverdzhennia Zmin do deiakykh normatyvnopravovykh aktiv Natsionalnoho banku Ukrainy z pytan finansovoho monitorynhu: Postanova Pravlinnia Natsionalnoho banku Ukrainy vid 29 hrudnia 2023 roku № 198. URL: https://bank.gov.ua/ua/legislation/Resolution_29122023_198 [in Ukrainian].

8. Pro vnesennia zmin do deiakykh normatyvno-pravovykh aktiv Natsionalnoho banku Ukrainy z pytan nahliadu: Postanova Pravlinnia Natsionalnoho banku Ukrainy vid 04 kvitnia 2024 roku № 37. URL: https://bank.gov.ua/ua/legislation/Resolution_04042024_37 [in Ukrainian].

УДК 640.43:338.46

Карченя Анастасія Сергіївна
бакалавр спеціальності готельно-ресторанна справа
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
Karchenia Anastasiia
Bachelor's degree in Hotel and Restaurant Business
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

Сисоєва Світлана Ігорівна
кандидат наук з державного управління, доцент,
доцент кафедри готельного і ресторанного бізнесу
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
Sysoieva Svitlana
PhD in Public Administration, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Hotel and Restaurant Business
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
ORCID: 0000-0003-0790-0581

Холодок Валентина Дмитрівна
кандидат наук з державного управління,
доцент кафедри музейно-туристичної діяльності
Харківська державна академія культури
Kholodok Valentyna
Candidate of Sciences in Public Administration,
Associate Professor of the Department of Museum and Tourist Activity
Kharkiv State Academy of Culture
ORCID: 0000-0002-5352-7362

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10398

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ СФЕРИ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN IMPLEMENTING INNOVATIVE STRATEGIES IN THE RESTAURANT INDUSTRY

Анотація. *Вступ. Ресторанне господарство, як частина економіки гостинності, характеризується високою динамікою зростання та швидкими змінами як надання послуг. У зв'язку з цим впровадження інноваційних технологій стає важливим фактором, що впливає на конкурентоспроможність підприємств ресторанного бізнесу. Основні цілі звернення ресторанів до інновацій включають прагнення покращити якість сервісу, оптимізувати процеси обслуговування та підвищити задоволеність клієнтів. Інновації допомагають підприємствам адаптуватися до потреб ринку, пропонувати унікальні послуги та покращувати клієнтський досвід. Приклади успішного застосування інноваційних підходів у ресторанному бізнесі включають використання штучного інтелекту для аналізу даних, впровадження безготівкових платежів та використання VR/AR технологій для покращення взаємодії з клієнтами. Досвід впровадження інноваційних рішень в Україні та за кордоном показує, що успішні підприємства активно використовують світові досягнення у галузі технологій, адаптуючи їх до місцевих умов. Це стосується не лише великих мереж, а й невеликих ресторанів, які завдяки інноваціям можуть зайняти свою нішу та стати більш конкурентоспроможними. Для забезпечення успішності та конкурентоспроможності ресторанним підприємствам необхідно постійно вдосконалювати існуючі сервісні продукти та активно впроваджувати нові. Це вимагає не лише використання сучасних технологій, а й розробки інноваційних підходів до організації послуг та форм обслуговування*

Мета. Метою дослідження є аналіз впливу інноваційних технологій на розвиток ресторанного господарства, зокрема на процес залучення молодих споживачів і підвищення конкурентоспроможності підприємств у сфері ресторанного господарства. Дослідження передбачає вивчення техніко-технологічних інновацій, інтерактивних рішень та робототехніки, що застосовуються у ресторанах різних країн. Також метою є оцінка економічної ефективності впровадження новітніх технологій для оптимізації виробничих і логістичних процесів, покращення якості обслуговування та взаємодії з клієнтами, враховуючи зростаючу роль цифрових зручностей для покоління Y.

Матеріали і методи. Матеріали дослідження є: 1) наукова література, а саме аналіз монографій, статей, досліджень, присвячених інноваціям у ресторанному бізнесі. Це можуть бути праці про сучасні тренди, технологічні новинки, методи управління та маркетингові стратегії у ресторанному секторі; 2) зарубіжні кейс-стаді (case studies): вивчення реальних прикладів успішного впровадження інноваційних стратегій у ресторанах за кордоном; 3) звіти міжнародних організацій: Використання звітів і даних організацій, які досліджують ресторанний бізнес (наприклад, Європейської асоціації ресторанів, Національної ресторанної асоціації США); 4) офіційні статистичні дані: статистичні дані щодо розвитку ресторанного сектору, впровадження інновацій та їх економічного впливу в різних країнах; 5) онлайн-ресурси та аналітичні огляди: Використання матеріалів з міжнародних аналітичних платформ і вебсайтів, які спеціалізуються на новітніх технологіях та інноваціях у сфері HoReCa (гостинність і ресторанний бізнес).

В процесі здійснення дослідження було використано наступні наукові методи: порівняльний аналіз (порівняння інноваційних стратегій, які застосовуються в ресторанному бізнесі різних країн, для виявлення загальних тенденцій та унікальних рішень); огляд літератури (глибокий аналіз існуючих досліджень з метою систематизації інформації про інновації у ресторанній сфері та визначення найуспішніших практик); метод кейс-стаді (вивчення конкретних випадків (кейсів) інновацій у ресторанах, зокрема аналіз впровадження нових технологій або маркетингових стратегій, їх результатів та впливу на бізнес); системний підхід (комплексне вивчення інновацій як системного явища, враховуючи вплив різних факторів (економічних, соціальних, технологічних) на розвиток ресторанного бізнесу); емпіричний аналіз (можливо, використання даних про реальні інноваційні проєкти в ресторанах для оцінки їхньої ефективності через економічні показники або відгуки споживачів).

Ці методи та матеріали дозволяють детально проаналізувати зарубіжний досвід інновацій та зробити висновки щодо можливостей його адаптації для ресторанного бізнесу в інших країнах.

Результати. Інноваційні технології стають ключовим фактором у розвитку ресторанного бізнесу, забезпечуючи конкурентні переваги та залучення нових клієнтів. Багато закладів орієнтуються на впровадження цифрових рішень, таких як автоматизовані системи управління, інтерактивні меню та робототехніка, які значно спрощують процеси обслуговування. Особливо це актуально для молоді, яка надає перевагу використанню мобільних додатків та соціальних мереж для замовлень і комунікації з ресторанами. Крім того, технології покращують логістику доставки, що дозволяє швидше та ефективніше задовольняти потреби клієнтів. Ці інновації не лише підвищують якість послуг, а й допомагають оптимізувати фінансові витрати ресторанів.

Перспективи. Перспективи впровадження нових технологій у сфері ресторанного бізнесу в Україні виглядають дуже позитивно, враховуючи глобальні тенденції розвитку цієї галузі та адаптацію до сучасних умов. Ось кілька ключових аспектів, які можуть вплинути на перспективи розвитку ресторанного бізнесу в Україні: 1) зростання популярності цифрових сервісів. В Україні вже спостерігається активне використання мобільних додатків для замовлення їжі, бронювання столиків і електронних платежів. Такі платформи, як Glovo, Bolt Food, Uber Eats, активно працюють на ринку, що сприяє швидкому переходу на цифрові технології серед ресторанів. Це відкриває можливості для розвитку нових стартапів у сфері доставки, управління та оптимізації бізнес-процесів. 2) інноваційні підходи до клієнтського досвіду: українські ресторани вже починають впроваджувати інтерактивні технології, як-от електронні меню та системи самообслуговування. З огляду на успішні приклади з інших країн, такі рішення, як інтерактивні столи, мобільні додатки для замовлення страв або навіть елементи роботизації (автоматизовані кухонні процеси), можуть стати популярними й у великих містах України. 3) автоматизація процесів. Успішні приклади з Франції чи США показують, що автоматизація бухгалтерського обліку, інвентаризації та логістики може значно підвищити ефективність роботи ресторанів. Впровадження подібних рішень, як-от програми для управління постачаннями або платформи для контролю безпеки харчових продуктів, може допомогти українським підприємцям знизити витрати та оптимізувати бізнес. 4) з5. Пандемія COVID-19 суттєво змінила підходи до ведення ресторанного бізнесу, і в Україні цей досвід закріпився. Інвестиції в безконтактні технології, онлайн-замовлення і послуги доставки стають важливою складовою розвитку. Крім того, мобільні додатки та платформи, що дозволяють відстежувати процес приготування або доставку замовлень у реальному часі, можуть значно підвищити рівень задоволеності клієнтів.

Таким чином, впровадження інноваційних технологій у ресторанному господарстві України має великий потенціал для підвищення конкурентоспроможності та створення нових можливостей для зростання бізнесу, зокрема через цифровізацію та автоматизацію ключових процесів.

Ключові слова: *інноваційні технології, сервіс, ресторанне господарство, індустрія гостинності.*

Summary. *Introduction. The restaurant business, as a part of the hospitality economy, is characterized by high growth dynamics and rapid changes in the way of providing services. In this regard, the introduction of innovative technologies becomes an important factor affecting the competitiveness of restaurant business enterprises. The main goals of restaurants turning to innovation include the desire to improve service quality, optimize service processes and increase customer satisfaction. Innova-*

tion helps businesses adapt to market needs, offer unique services, and improve customer experience. Examples of successful application of innovative approaches in the restaurant business include the use of artificial intelligence for data analysis, the introduction of cashless payments and the use of VR/AR technologies to improve customer interaction. The experience of implementing innovative solutions in Ukraine and abroad shows that successful enterprises actively use global achievements in the field of technology, adapting them to local conditions. This applies not only to large chains, but also to small restaurants that, thanks to innovation, can occupy their niche and become more competitive. To ensure success and competitiveness, restaurant enterprises need to constantly improve existing service products and actively introduce new ones. This requires not only the use of modern technologies, but also the development of innovative approaches to the organization of services and forms of service

Purpose. The purpose of the study is to analyze the impact of innovative technologies on the development of the restaurant industry, in particular on the process of attracting young consumers and increasing the competitiveness of enterprises in the field of restaurant industry. The research involves the study of technical and technological innovations, interactive solutions and robotics used in restaurants in different countries. Also, the goal is to evaluate the economic effectiveness of the introduction of the latest technologies to optimize production and logistics processes, improve the quality of service and interaction with customers, taking into account the growing role of digital conveniences for generation Y.

Materials and methods. The research materials are: 1) scientific literature, namely the analysis of monographs, articles, and studies devoted to innovations in the restaurant business. These can be works about modern trends, technological innovations, management methods and marketing strategies in the restaurant sector; 2) foreign case studies: study of real examples of successful implementation of innovative strategies in restaurants abroad; 3) reports of international organizations: Using reports and data from organizations that research the restaurant business (for example, the European Restaurant Association, the National Restaurant Association of the USA); 4) official statistical data: statistical data on the development of the restaurant sector, the introduction of innovations and their economic impact in different countries; 5) online resources and analytical reviews: Using materials from international analytical platforms and websites that specialize in the latest technologies and innovations in the field of HoReCa (hospitality and restaurant business).

The following scientific methods were used during the research: comparative analysis (comparison of innovative strategies used in the restaurant business of different countries to identify common trends and unique solutions); literature review (in-depth analysis of existing research in order to systematize information about innovations in the restaurant sector and identify the most successful practices); case study method (study of specific cases (cases) of innovations in restaurants, in particular, analysis of the introduction of new technologies or marketing strategies, their results and impact on business); systemic approach (complex study of innovations as a systemic phenomenon, taking into account the influence of various factors (economic, social, technological) on the development of the restaurant business); empirical analysis (perhaps using data on real innovation projects in restaurants to evaluate their effectiveness through economic indicators or consumer feedback).

These methods and materials make it possible to analyze in detail the foreign experience of innovation and draw conclusions about the possibilities of its adaptation for the restaurant business in other countries.

Results. Innovative technologies are becoming a key factor in the development of the restaurant business, providing competitive advantages and attracting new customers. Many establishments are focusing on the implementation of digital solutions, such as automated control systems, interactive menus and robotics, which greatly simplify service processes. This is especially relevant for young people, who prefer to use mobile applications and social networks for ordering and communicating with restaurants. In addition, technology improves delivery logistics, allowing customers to be met more quickly and efficiently. These innovations not only increase the quality of services, but also help to optimize the financial costs of restaurants.

Discussion. The prospects for the introduction of new technologies in the field of restaurant business in Ukraine look very positive, taking into account the global trends in the development of this industry and adaptation to modern conditions. Here are a few key aspects that can affect the prospects for the development of the restaurant business in Ukraine: 1) the growing popularity of digital services. Active use of mobile applications for ordering food, table reservations and electronic payments is already observed in Ukraine. Such platforms as Glovo, Bolt Food, Uber Eats are active in the market, which contributes to the rapid transition to digital technologies among restaurants. This opens up opportunities for the development of new startups in the field of delivery, management and optimization of business processes. 2) innovative approaches to customer experience: Ukrainian restaurants are already starting to implement interactive technologies, such as electronic menus and self-service systems. Given the successful examples from other countries, such solutions as interactive tables, mobile applications for ordering meals or even elements of robotics (automated kitchen processes) may become popular in large cities of Ukraine. 3) process automation. Successful examples from France or the USA show that the automation of accounting, inventory and logistics can significantly increase the efficiency of restaurants. Implementation of similar solutions, such as supply management software or food safety monitoring platforms, can help Ukrainian entrepreneurs reduce costs and optimize business. 4) from 5. The COVID-19 pandemic has significantly changed approaches to restaurant business, and this experience has taken hold in Ukraine. Investments in contactless technologies, online ordering and delivery services are becoming an important component of development. In addition, mobile applications and platforms that allow tracking the process of preparation or delivery of orders in real time can significantly increase the level of customer satisfaction.

Thus, the introduction of innovative technologies in the restaurant industry of Ukraine has great potential for increasing competitiveness and creating new opportunities for business growth, in particular through digitization and automation of key processes.

Key words: *innovative technologies, service, restaurant industry, hospitality industry.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Трансформаційні процеси в економіці України, зумовлені переходом до ринкових відносин, призвели до суттєвого посилення конкуренції у різних галузях, включно зі сферою ресторанного господарства. У сучасних умовах виробництво конкурентоспроможної продукції неможливе без використання інновацій, які охоплюють нові методи ведення бізнесу, формування сучасного стилю мислення та інтеграцію нових технологій у виробничі процеси. Експерти вважають, що розвиток економіки, а також ресторанній індустрії та готельного бізнесу, зумовив необхідність покращення якості трудових ресурсів, підвищення професіоналізму працівників, що своєю чергою сприяє зростанню конкурентоспроможності економіки країни загалом [1, с. 58].

У сфері ресторанного господарства мотивація до впровадження інновацій може включати такі цілі:
– Залучення нової клієнтури.
– Зменшення витрат на виробництво продукції через використання ефективніших технологій.
– Підвищення якості продукції та розширення асортименту послуг.

Підприємницький підхід, новаторські рішення та впровадження інноваційних стратегій є важливими чинниками успіху та підвищення конкурентоспроможності підприємств ресторанного господарства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ознайомлення з роботами дослідників розвитку індустрії гостинності дає змогу систематизувати уявлення щодо впровадження сучасних інноваційних стратегій у галузь ресторанного господарства, їх видів та існуючого зарубіжного та вітчизняного досвіду.

Дослідження теоретичних аспектів інноваційних стратегій підприємств є важливою складовою для розуміння механізмів впровадження нововведень та їхнього впливу на конкурентоспроможність бізнесу. Праці зарубіжних учених, таких як Т. Брайан [15], М. Портер [15], Б. Санто [4], Б. Твісс [3] та Й. Шумпетер [14], охоплюють широкий спектр теоретичних підходів до інноваційної діяльності, від класичних теорій економічного розвитку до сучасних концепцій конкурентних стратегій та інноваційного менеджменту.

Теоретичний внесок зарубіжних учених:
– Йозеф Шумпетер вважав інновації ключовим фактором економічного розвитку та зміни ринкових структур, підкреслюючи роль підприємців як агентів змін.
– Майкл Портер акцентував на значенні інновацій для підтримки конкурентоспроможності через розвиток національних і міжнародних ринків.
– Б. Твісс та Б. Санто досліджували процеси управління інноваціями, виділяючи різні етапи впровадження інноваційних рішень і необхідність інтегрованого підходу до інноваційної політики підприємств.

Сучасна практика управління інноваційними стратегіями активно досліджується вітчизняними вченими, такими як О. Ю. Давидова [13], І. Бланк [5], В. Брич [17], І. Стойко [18], Ю. Гуменюк [17] та інші. Їхні роботи охоплюють аспекти планування, організації та управління інноваційною діяльністю на рівні підприємств та галузей, пропонуючи практичні інструменти для впровадження інновацій.

Дискусійність у сфері ресторанного господарства: наукові праці Н. Ярути [12], Гуторов [12], В. Карсекіна [7], М. Нагари [9], В. Пустуна [10], Р. Шерстюк [19]та інших досліджують управління інноваційною діяльністю в специфічному контексті підприємств ресторанного господарства. Їхні дослідження виявляють ряд проблемних питань, серед яких:
– Недостатня інтеграція інноваційних рішень у щоденну діяльність ресторанів.
– Відсутність чітких стратегій та інструментів управління інноваціями.
– Обмеженість фінансових та людських ресурсів для впровадження інновацій.
– Низький рівень технологічної адаптації та використання цифрових платформ.

Ці проблеми знижують ефективність реалізації інноваційних стратегій в ресторанному бізнесі, стримують розвиток підприємств і обмежують їхні можливості в конкурентній боротьбі. Необхідні подальші дослідження, спрямовані на пошук ефективних підходів до управління інноваціями, адаптованих до умов та специфіки ресторанного господарства, що дозволить подолати існуючі бар'єри та забезпечити сталий розвиток галузі.

Формування цілей. Метою дослідження є аналіз впливу інноваційних технологій на розвиток ресторанного господарства, зокрема на процес залучення молодих споживачів і підвищення конкурентоспроможності підприємств у сфері ресторанного господарства. Дослідження передбачає вивчення техніко-технологічних інновацій, інтерактивних рішень та робототехніки, що застосовуються у ресторанах різних країн. Також метою є оцінка економічної ефективності впровадження новітніх технологій для оптимізації виробничих і логістичних процесів, покращення якості обслуговування та взаємодії з клієнтами, враховуючи зростаючу роль цифрових зручностей для покоління Y.

Виклад основного матеріалу. Ідея впровадження нових технологій у сфері надання послуг у ресторанному господарстві вже тривалий час цікавить зарубіжних підприємців. У багатьох країнах світу існує традиція зустрічатися та харчуватися у кафе, барах і ресторанах, що зумовлює високу конкуренцію між закладами. Це, своєю чергою, вимагає від підприємств постійного впровадження нових інновацій у свою діяльність. Удосконалення класичного набору послуг, орієнтованих на старше та середнє покоління, вже не є достатнім для утримання конкурентних позицій. Все більше власників ресторанів звертають увагу на методики та прийоми, спрямовані на

залучення молоді, зокрема представників покоління Y, які не уявляють свого життя без сучасних гаджетів і технологій.

Дослідження, проведене Національною асоціацією ресторанів у Франції у 2014 році, показало, що 63% респондентів використовували нові технології під час вибору ресторану чи кафе, для ознайомлення з меню, замовлення столика або страв онлайн, а також для електронної оплати послуг [2]. Значна частина цих респондентів — молодь віком від 18 до 34 років, яка активно використовує інтернет, Zoom, чати, SMS, соціальні мережі та різноманітні мобільні додатки. Це покоління, що часто відчуває брак часу, цінує зручність, простоту та доступність послуг закладів харчування.

Аналіз результатів опитування серед молоді у Франції показав наступне:

– 70% респондентів отримують інформацію про ресторани через мобільні додатки;
– 56% комунікують із закладами через соціальні мережі;
– 74% здійснюють замовлення онлайн за допомогою мобільних додатків;
– 88% шукають адресу та місцезнаходження кафе або ресторану через мобільні додатки [2].

Ці дані свідчать, що широке впровадження технологічних інновацій та постійне оновлення спектру послуг дають змогу підприємствам ресторанного господарства ефективно залучати нових клієнтів, особливо молодь, яка надає перевагу цифровим зручностям.

Інноваційні підходи у сфері сервісного обслуговування на підприємствах ресторанного господарства можна класифікувати на кілька напрямків, серед яких особливу увагу варто приділити техніко-технологічним інноваціям. Ці інновації включають використання новітніх технічних досягнень, апаратів, пристроїв та нових техніко-технологічних прийомів праці. Зазвичай це пов'язано із застосуванням комп'ютерних технологій, що оптимізують виробничі процеси. Наприклад, автоматизована система управління iiko інтегрує в єдиний інформаційний простір усі процеси діяльності ресторанного бізнесу в режимі реального часу, охоплюючи управління матеріальними, фінансовими та людськими ресурсами як окремого ресторану, так і цілої мережі [7].

Інтерактивні технології також швидко набирають популярності в ресторанному бізнесі. У деяких закордонних ресторанах відвідувачі можуть самостійно керувати інтер'єром та сервісом закладу за допомогою інтерактивних поверхонь, таких як столи-планшети та інтерактивні стіни і барні стійки. Це дозволяє клієнтам не лише обирати страви і робити замовлення без офіціанта, але й спостерігати за процесом приготування, грати у комп'ютерні ігри або змінювати дизайн приміщення на свій смак [4; 8].

Інноваційний нейронний шолом Neurokiff, раніше застосовуваний у медицині, впроваджено у французьких ресторанах для вимірювання рівня смакових відчуттів клієнтів. Цей шолом дозволяє тестувати нові страви та поєднання «їжа і вино», відстежуючи в режимі реального часу емоції відвідувачів, такі як «хвилювання», «роздум», «туга» або «розчарування». Інформація, зібрана таким чином, допомагає рестораторам адаптувати меню та створювати нові продукти, що відповідають позитивним емоційним реакціям клієнтів. Цей інструмент також може використовуватися при запуску нової винної карти для оцінки потенційної популярності нових позицій, дозволяючи уникнути фінансових ризиків перед повноцінним впровадженням [9].

Робототехніка також починає впроваджуватися у сферу харчування. Наприклад, французькі інженери Кирило Амон та Себастьян Роверсо розробили робота-піццайоло, який було представлено публіці на виставці VivaTech у Парижі у 2018 році. Ця розробка фінансувалася інвестиційним фондом Partech et Daphné та є результатом багаторічних досліджень у галузі робототехніки, що втілює подальший розвиток автоматизації у ресторанному бізнесі [10].

Ці приклади демонструють, що інноваційні технології у ресторанному господарстві не лише підвищують ефективність виробничих процесів, але й відкривають нові можливості для залучення клієнтів, створюючи унікальний та інтерактивний досвід обслуговування.

Відкриття роботизованого пілотного ресторану «Pazzi» у Парижі наприкінці 2019 року стало важливою подією в галузі ресторанного господарства, привернувши особливу увагу публіки. Цей заклад є повністю автономним рестораном, де робот може готувати до 120 піц на годину, пропонуючи 500 000 різних смакових комбінацій, що відповідають високим стандартам якості виробництва. Філіп Голдман, генеральний директор компанії «Ekim», підкреслив унікальність проекту, зазначивши, що подібна роботизація у ресторанній сфері ще не мала аналогів. Процес розробки включав численні експерименти з приготування піци та створення спеціального обладнання, як-от роботизовані «руки» та новий тип печі, пристосованої для роботи робота.

Розробникам довелося вирішити три основні завдання: забезпечити смак, естетику та відповідність сільськогосподарським стандартам. Серед викликів була якість тіста, яке мало вистоюватися протягом 48 годин, тому було вибране якісне борошно з сімейних млинів. Тісто, замішене роботом, зберігало свої властивості до 96 годин. Технологічні інновації також включали випічку піци на кам'яних дисках для різних часів приготування. Щоб зберегти естетику приготування, було розроблено роботизовані жести, що відтворюють рухи шеф-кухаря, такі як нанесення томатного соусу. Вибір якісних, біологічно чистих сезонних продуктів, здебільшого французького та італійського походження, також був ключовим завданням [10].

Розробники відзначають, що роботизація у харчовій галузі дозволяє не лише знижувати витрати, але й інвестувати у сільськогосподарське виробництво, підвищуючи якість продуктів. Планується відкрити від 500 до 1000 роботизованих ресторанів по всьому світу, де роботи-піццайоло готуватимуть піцу втричі швидше за людину. Хоча виникають побоювання щодо зайнятості, розробники наголошують, що робототехніка не має замінювати традиційні ресторани, а натомість сприятиме створенню нових робочих місць через співпрацю з промисловими підприємствами.

«Pazzi» пропонує своїм клієнтам цілодобове обслуговування та можливість створювати власні рецепти піци зі свіжих та якісних інгредієнтів. Клієнти можуть замовляти піцу на місці через термінали, використовувати додаток для бронювання часу або створення власного рецепту, який можна протестувати в інших ресторанах. У планах компанії також оптимізація витрат на розробку роботів та обладнання з подальшим продажем обладнання партнерам через франшизу, ліцензію або майстер-франшизу [10].

Щодо безпеки харчових продуктів, у Франції впроваджується цифрова система санітарного контролю HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), що дозволяє відслідковувати критичні моменти, які можуть вплинути на безпеку харчової продукції. Ця система, підключена до цифрової програми, дає змогу записувати та зберігати інформацію про санітарні умови, наприклад, температуру та час прийому продуктів, що спрощує процес контролю. Це допомагає підприємствам ресторанного господарства відповідати сучасним стандартам безпеки та підтримувати здоров'я споживачів [11].

Інновації у сфері сервісу включають вдосконалення технології обслуговування гостей, наприклад, безкоштовне надання Wi-Fi у закладах харчування та використання соціальних мереж для додаткової реклами підприємства. Такі нововведення сприяють підвищенню конкурентоспроможності та залученню нових клієнтів, особливо серед молодого покоління, яке активно використовує технології у повсякденному житті.

У Великій Британії та Ізраїлі ресторани активно впроваджують технології для покращення сервісу та залучення клієнтів. Наприклад, у британських ресторанах, таких як «Starbucks», зарядні пристрої на столах дають змогу клієнтам заряджати мобільні телефони, що особливо популярно серед туристів, яким потрібно залишатися на зв'язку з рідними та орієнтуватися у незнайомих місцях. В Ізраїлі пішли ще далі, впровадивши технологію WiCharge, яка використовує інфрачервоне випромінювання для бездротової зарядки пристроїв [2].

Завдяки мобільним додаткам та інтеграції технологій, порожні зали ресторанів стали рідкістю. Клієнти, проводячи час за столом, часто користуються телефонами для читання, ігор або спілкування в соціальних мережах. Для розваги клієнтів деякі ресторани, наприклад, мережа Applebee's, встановили на столах сенсорні планшети, що дозволяють самостійно формувати замовлення, грати або оплачувати рахунок. Applebee's обладнала близько 100 000 планшетів у своїх закладах, щоб підвищити взаємодію з клієнтами.

Традиційні ресторани також прагнуть залучити клієнтів новими технологіями. У деяких французьких ресторанах впроваджуються електронні винні карти на планшетах iPad. Додаток «iWinePad», створений ресторатором і сомельє Крістофом Буаселье, надає електронну карту вин, що дозволяє клієнтам переглядати вина за регіонами, сортами винограду, роком виробництва та цінами. Така система не лише інформує про вина, але й допомагає обирати напої, що підходять до страв, тим самим сприяючи підвищенню товарообігу напоїв [2].

Інновації в обслуговуванні включають нові підходи до організації ресторанного бізнесу та технологічні нововведення. Англійський ресторан «Yo! Sushi» пропонує відвідувачам брати роли та суші зі спеціального конвеєра, що рухається повз столики. Крім того, ресторан впровадив робота iTray, який здатний літати та доставляти страви до столу, що додає інноваційності до обслуговування. Цей дрон оснащений камерою та дистанційно контролюється через Wi-Fi, пересуваючись зі швидкістю до 40 км/год на дистанцію до 50 м [2; 12; 13].

Технологічні новації впливають також на фінансові аспекти ресторанного бізнесу. У Франції, наприклад, впроваджено електронну систему бухгалтерського обліку та касових операцій «iKentoo», яка пропонує понад 150 функцій, включаючи інтеграцію з програмами для управління плануванням, онлайн-замовленням та бронюванням столиків. Платформа iKentoo дозволяє рестораторам керувати бізнесом та відстежувати фінансові операції в режимі реального часу, незалежно від їхнього місцезнаходження. Ця система використовується в 28 країнах, адаптуючись до потреб зарубіжних клієнтів [14].

Нові технології також оптимізують процеси доставки. Використання геолокації та відстеження замовлень у режимі реального часу дозволяє ресторанам та клієнтам контролювати процес доставки від кухні до кінцевого споживача. Завдяки мобільним додаткам, як-от «Deliveroo» та «Just Eat», клієнти можуть відслідковувати, де знаходяться їхні замовлення, оптимізувати маршрути доставки, а також мати можливість скасувати або змінити замовлення в будь-який момент [15].

Ці технологічні та організаційні інновації не лише покращують якість обслуговування, але й сприяють зростанню кількості відвідувачів і підвищенню прибутку ресторанів. Економісти підрахували, що збільшення кількості постійних клієнтів на 5% може призвести до зростання прибутку ресторану на 25% [3; 6]. Таким чином, інновації стають ключовим фактором успіху сучасного ресторанного бізнесу.

У Франції активно впроваджуються інноваційні рішення для оптимізації доставки їжі, що суттєво впливає на зниження часу доставки та покращення обслуговування клієнтів.

1. Система Franck:

– Franck дозволяє пов'язувати місцезнаходження ресторанів, агентів доставки та клієнтів для оптимізації логістики. Це скоротило середній час доставки з 31 до 26 хвилин. Сьогодні ця система рекламується у 200 містах Франції, де працюють 6 тисяч ресторанів і 10 тисяч партнерів з доставки. Однак для рестораторів така система є дорогою, оскільки вартість послуг з відстеження доставки може сягати до 30% загальної вартості кожного замовлення.

2. Альтернативні рішення:

– Trackin: Розроблена в Ліоні після консультацій з рестораторами, ця програма дозволяє менеджерам відстежувати місцезнаходження кур'єрів і підтримувати з ними зв'язок. Клієнти отримують сповіщення про відправлення замовлення та можуть відслідковувати його пересування через веб-сторінку.
– Orderlord (Словаччина): Додаток спеціально створений для ресторанного сектору, дозволяє керувати доставкою через панель монітора. Кур'єри отримують інформацію про свої замовлення, можуть планувати маршрути, а клієнти — відстежувати доставку в реальному часі.

3. Розвиток сфери доставки у Франції:

– Зростання популярності доставки їжі додому у Франції пояснює зростаюча кількість міських служб доставки, таких як Tiller Delivery. Ця компанія, що працює в партнерстві з Stuart, конкурує з такими гігантами, як UberEats, Resto-In та Deliveroo.
– Tiller Delivery інтегрує касові апарати, системи замовлень і служби доставки на одній цифровій платформі. Клієнти можуть вибирати страви, замовляти доставку і оплачувати онлайн на веб-сторінці ресторану. Ресторатори, в свою чергу, мають можливість здійснювати одночасну оплату як для замовлень з ресторану, так і для служби доставки, без необхідності звертатися до різних сайтів завдяки синхронізації всіх послуг.

Ці рішення значно покращують ефективність роботи ресторанів і задоволення клієнтів, одночасно скорочуючи час доставки та полегшуючи управління логістикою.

Ресторатор має велику відповідальність за вибір і постачання якісних продуктів, що є складним і трудомістким процесом. Це включає в себе пошук найкращих продуктів за оптимальним співвідношенням ціни та якості, ведення переговорів, домовленості про умови поставок і оплату, а також вибір постачальників. Зазвичай ресторан співпрацює з приблизно вісьмома постачальниками, кожен з яких має свої специфічні вимоги до замовлень, доставки та виставлення рахунків. Це значно ускладнює роботу ресторатора, підкреслюючи необхідність інноваційних рішень у секторі постачання.

Цифрові рішення для полегшення діяльності рестораторів у Франції представлені у таблиці 1.

Ці інноваційні рішення значно полегшують роботу ресторанів, допомагаючи знизити витрати часу та ресурсів, оптимізувати процеси постачання та управління, і сприяють підвищенню ефективності та конкурентоспроможності у сфері ресторанного господарства.

Платформа Easilys представляє інноваційне рішення для управління закупівлями у ресторанному бізнесі, полегшуючи процес замовлення продукції та оптимізуючи логістику. Вона дозволяє порівнювати тарифи різних постачальників, зменшуючи витрати часу та коштів. Система включає автоматичний розрахунок замовлень, показує запаси в режимі реального часу, дозволяє створювати шаблони замовлень, управляти плануванням та виробництвом дистанційно. Це спрощує управління закупівлями та знижує ризики, пов'язані з недостатньою або надлишковою закупівлею товарів.

Інноваційні технології в ресторанному бізнесі надають Україні широкі можливості для підвищення конкурентоспроможності, розвитку сфери послуг і залучення молодих споживачів. У таблиці 2 представлено кілька ключових перспектив для України.

Таблиця 1

Цифрові рішення у Франції

Цифрові рішення	Опис
Платформа Food Tech	Полегшує управління замовленнями для ресторанів, об'єднуючи постачання від різних постачальників в одну доставку, спрощуючи закупівлі та логістику, зменшуючи витрати.
Система Califrais	Об'єднує замовлення від різних постачальників на одній платформі, спрощуючи контроль і доставку. Оплата проводиться одним рахунком, доставка — одним транспортом.
Платформа Supli	Оптимізує пошук постачальників та оформлення замовлень. Допомагає постачальникам реалізовувати продукцію онлайн. Економить час та спрощує пошук нових партнерів.
Програмне забезпечення FoodMeUp	Інструмент для управління поставками та різними аспектами ресторанної діяльності, включає розрахунок собівартості, планування виробництва та контроль потреб у постачаннях.

Джерело: складено авторами

Таблиця 2

Перспективи автоматизації для України

Ключові перспективи	Опис
Покращення якості обслуговування	Використання мобільних додатків, онлайн-бронювання столиків та електронної оплати для підвищення зручності клієнтів.
Автоматизація та роботизація	Впровадження робототехніки для автоматизації процесів, зниження витрат на персонал та підвищення ефективності.
Системи контролю якості	Використання цифрових систем HACCP для контролю безпеки харчових продуктів відповідно до європейських стандартів.
Технології доставки	Оптимізація доставки за допомогою геолокаційних систем та трекінгу замовлень для скорочення часу доставки.
Інтерактивний досвід для клієнтів	Впровадження інтерактивних технологій, таких як інтерактивні столи або меню на планшетах, для залучення клієнтів.
Економічні вигоди	Інновації сприяють збільшенню постійних клієнтів та можуть підвищити прибутковість бізнесу на 25%.

Джерело: складено авторами

Таким чином, інтеграція технологій у ресторанний бізнес може стати важливим фактором зростання вітчизняної сфери послуг, допомагаючи Україні відповідати сучасним стандартам та трендам на світовому ринку.

Комплексні програми обслуговування у сфері ресторанного господарства забезпечують багатофункціональний підхід до клієнтського сервісу. Вони включають не лише широкий асортимент страв та інноваційні способи подання, але й інтеграцію додаткових послуг, таких як дитячі ігрові зони чи майстер-класи. Це розширює можливості закладів, додаючи елементи розваги та задоволення для всієї родини, що сприяє підвищенню їхньої привабливості та конкурентоспроможності.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Запровадження інноваційних стратегій є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності підприємств ресторанного господарства. Впровадження сучасних технологій дозволяє знизити витрати ресурсів та оптимізувати використання виробничих потужностей. Підприємства, які використовують інновації, здатні швидко адаптуватися до змін на ринку, відповідати на потреби споживачів та випереджати конкурентів.

Інноваційний підхід включає не лише технологічні удосконалення, але й розвиток нових сервісних продуктів та підходів до обслуговування. Ресторанний бізнес потребує постійного впровадження нових ідей та адаптації до світових тенденцій, що дозволяє створювати унікальний імідж та пропонувати споживачам послуги найвищої якості.

Підприємства мають бути гнучкими та динамічними, оперативно реагуючи на змінюваний споживчий попит і нові технології. Постійне удосконалення сервісних моделей та впровадження новаторських підходів створюють додаткову цінність для клієнтів та підтримують високу конкурентоспроможність на ринку.

Досвід зарубіжних країн демонструє високий потенціал для адаптації інноваційних стратегій у ресторанному бізнесі України, враховуючи особливості ринку, споживчі вподобання та технологічні можливості.

Таким чином, результати статті демонструють успішність інноваційних підходів у ресторанному бізнесі за кордоном і їх потенціал для підвищення ефективності та конкурентоспроможності на локальних ринках, включаючи Україну.

Література

1. Програма iiko — система для автоматизації ресторанів. URL: http://alfa-politeh.ru/iiko (дата звернення: 10.10.2024).

2. Restaurant Delivery Management Software. URL: http://landing.orderlord.com (дата звернення: 10.10.2024).

3. Commande en ligne: retour d'expérience de Periko, fast-good 100% digital. URL: https://www.restoconnection.fr/commande-en-ligne-retour-dexperience-de-periko-fast-good-100-digital/ (дата звернення: 10.10.2024).

4. Réalité virtuelle: application en cuisine comme en salle. URL: https://www.restoconnection.fr/realite-virtuelle%e2%80%af-application-en-cuisine-comme-en-salle/ (дата звернення: 10.10.2024).

5. Neurokiff, le casque qui mesure le plaisir gustatif de vos clients. URL: https://www.restoconnection.fr/neurokiff-le-casque-qui-mesure-le-plaisir-gustatif-de-vos-clients/ (дата звернення: 10.10.2024).

6. Food Robolution: un robot pizzaïolo aux commandes chez Pazzi. URL: https://www.restoconnection.fr/food-robolution-un-robot-pizzaiolo-aux-commandes-chez-pazzi/ (дата звернення: 10.10.2024).

7. Normes HACCP: quand le plan de maîtrise sanitaire se digitalise. URL: https://www.restoconnection.fr/haccp-plan-sanitaire-se- digitalise/ (дата звернення: 10.10.2024).

8. Les drones: l'avenir de la livraison à domicile? URL: https://www.restoconnection.fr/les-drones-lavenir-de-la-livraison-domicile/ (дата звернення: 10.10.2024).

9. D'une caisse sur iPad à une plateforme sur mobile, Serge Sozonoff nous parle de présent et d'à venir: interview. URL: https://www.re-stoconnection.fr/dune-caisse-sur-ipad-une-plateforme-sur-mobile-serge-sozonoff-nous-parle-de-present-et-da-venir-interview/ (дата звернення: 10.10.2024).

10. Le tracking: une solution pour optimiser vos livraisons. URL: https://www.restoconnection.fr/le-tracking-une-solution-pour-optimiser-vos-livraisons/ (дата звернення: 10.10.2024).

11. Болдирєва Л. М. Маркетингове управління споживачами послуг ресторанного господарства. *Інноваційна економіка*. 2019. № 7 (33). С. 187–190.

12. Гуторов О. І., Ярута М. Ю, Сисоєва С. І. Економіка та організація інноваційної діяльності : Навчальний посібник. Харків : Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, 2019. 227 с.

13. Давидова О. Ю. Інноваційне управління розвитком підприємств готельно-ресторанного господарства: концептуальний аспект. *Бізнес Інформ.* 2018. № . 6. С. 139–144.

14. Давидова О. Ю., Сисоєва С. І. Сучасні тенденції розвитку ІТ-технологій в індустрії гостинності. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки».* 2023. № . 4. С. 72.

15. Давидова О. Ю., Сисоєва С. І. Основні напрями розвитку індустрії гостинності в сучасних умовах. Інновації, гостинність, туризм: освіта, наука, практика: матер. ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності. ЛДУФК ім. І. Боберського (Львів, 8 грудня 2022). С. 242–245.

16. Завадинська О. Ю. Інноваційні технології господарювання в ресторанному бізнесі. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації.* 2018. № 2. С. 93–102.

17. Джеджула В. В., Єпіфанова І. Ю., Гуменюк В. С. Конкурентоспроможність підприємства як економічна категорія. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії.* 2018. Вип. 6. С. 116–121. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/evzdia_2018_6_23 (дата звернення: 10.10.2024).

18. Організація готельно-ресторанної справи : навч. посібник / за ред. В. Я. Брича. К. : Ліра-К, 2019. 484 с.

19. Стойко І., Шерстюк Р. Сучасні тренди і перспективи у ресторанній індустрії. *Соціально-економічні проблеми і держава.* 2023. Вип. 1 (28). С. 66–78. URL: http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2023/23siiuri.pdf (дата звернення: 10.10.2024).

References

1. The iiko program is a system for automating restaurants. URL: http://alfa-politeh.ru/iiko.

2. Restaurant Delivery Management Software. URL: http://landing.orderlord.com.

3. Commande en ligne: retour d'expérience de Periko, fast-good 100% digital. URL: https://www.restoconnection.fr/commande-en-ligne-retour-dexperience-de-periko-fast-good-100-digital/.

4. Réalité virtuelle: application en cuisine comme en salle. URL: https://www.restoconnection.fr/realite-virtuelle%e2%80%af-application-en-cuisine-comme-en-salle/.

5. Neurokiff, le casque qui mesure le plaisir gustatif de vos clients. URL: https://www.restoconnection.fr/neurokiff-le-casque-qui-mesure-le-plaisir-gustatif-de-vos-clients/.

6. Food Robolution: un robot pizzaïolo aux commandes chez Pazzi. URL: https://www.restoconnection.fr/food-robolution-un-robot-pizzaiolo-aux-commandes-chez-pazzi/.

7. Normes HACCP: quand le plan de maîtrise sanitaire se digitalise. URL: https://www.restoconnection.fr/haccp-plan-sanitaire-se-digitalise/.

8. Les drones: l'avenir de la livraison à domicile? URL: https://www.restoconnection.fr/les-drones-lavenir-de-la-livraison-domicile/.

9. D'une caisse sur iPad à une plateforme sur mobile, Serge Sozonoff nous parle de présent et d'à venir: interview. URL: https://www.re-stoconnection.fr/dune-caisse-sur-ipad-une-plateforme-sur-mobile-serge-sozonoff-nous-parle-de-present-et-da-venir-interview/.

10. Le tracking: une solution pour optimiser vos livraisons. URL: https://www.restoconnection.fr/le-tracking-une-solution-pour-optimiser-vos-livraisons/.

11. Boldyrieva L. M. Marketynhove upravlinnia spozhyvachamy posluh restorannoho hospodarstva. *Innovatsiina ekonomika*. 2019. № 7 (33). S. 187–190 [in Ukrainian].

12. Hutorov O. I., Yaruta M. Yu, Sysoieva S. I. Ekonomika ta orhanizatsiia innovatsiinoi diialnosti: Navchalnyi posibnyk. Kharkiv: Kharkivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet im. V. V. Dokuchaieva, 2019. 227 s. [in Ukrainian].

13. Davydova O. Yu. Innovatsiine upravlinnia rozvytkom pidpryiemstv hotelno-restorannoho hospodarstva: kontseptualnyi aspekt. *Biznes Inform.* 2018. № . 6. S. 139–144 [in Ukrainian].

14. Davydova O. Yu., Sysoieva S. I. Suchasni tendentsii rozvytku IT-tekhnolohii v industrii hostynnosti. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal "Internauka". Seriia: "Ekonomichni nauky".* 2023. № . 4. S. 72 [in Ukrainian].

15. Davydova O.Iu., Sysoieva S. I. Osnovni napriamy rozvytku industrii hostynnosti v suchasnykh umovakh. *Innovatsii, hostynnist, turyzm: osvita, nauka, praktyka: mater. II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu*

uchastiu. Suchasni tendentsii rozvytku industrii hostynnosti. LDUFK im. I. Boberskoho (Lviv, 8 hrudnia 2022). S. 242–245 [in Ukrainian].

16. Zavadynska O. Iu. Innovatsiini tekhnolohii hospodariuvannia v restorannomu biznesi. *Restorannyi i hotelnyi konsaltynh. Innovatsii.* 2018. № 2. S. 93–102 [in Ukrainian].

17. Dzhedzhula V. V., Yepifanova I. Yu., Humeniuk V. S. Konkurentospromozhnist pidpryiemstva yak ekonomichna katehoriia. *Ekonomichnyi visnyk Zaporizkoi derzhavnoi inzhenernoi akademii.* 2018. Vyp. 6. S. 116–121. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/evzdia_2018_6_23 [in Ukrainian].

18. Orhanizatsiia hotelno-restorannoi spravy: navch. posibnyk / za red. V. Ya. Brycha. K.: Lira-K, 2019. 484 s. [in Ukrainian].

19. Stoiko I., Sherstiuk R. Suchasni trendy i perspektyvy u restorannii industrii. *Sotsialno-ekonomichni problemy i derzhava.* 2023. Vyp. 1 (28). S. 66–78. URL: http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2023/23siiuri.pdf [in Ukrainian].

УДК 65.01, 65.011, 65.012, 65.03

Марінов Євген Ангелов
магістр
Національний авіаційний університет
Marinov Yevhen
Master's Degree
National Aviation University
ORCID: 0009-0007-3014-7256

Лісений Євген Володимирович
кандидат економічних наук, доцент
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Lisenyi Evgeny
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Kharkiv National University named after V.N. Karazina
ORCID: 0000-0002-9031-9060

DOI: 10.25313/2520-2057-2024-10-10348

ЛОГІСТИКА 4.0 І РОЗУМНІ ЛАНЦЮГИ ПОСТАЧАННЯ

DIGITAL TRANSFORMATION IN LOGISTICS

Анотація. *Вступ. У сучасних умовах Четверта промислова революція сприяє активному розвитку логістики 4.0, яка використовує інноваційні цифрові технології, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), великі дані (Big Data) та блокчейн. Ці технології змінюють підходи до управління ланцюгами постачання, що забезпечує прозорість, гнучкість та ефективність процесів [11].*

Мета. Метою статті є дослідження впливу концепції логістики 4.0 на розвиток сучасних ланцюгів постачання, а також аналіз можливостей використання цифрових технологій для оптимізації логістичних процесів.

Матеріали і методи. У статті використано методи аналізу та синтезу, а також системний підхід для дослідження впровадження IoT, AI, Big Data та блокчейну у логістичні процеси. Було проведено огляд літературних джерел та аналітичні дослідження щодо застосування цифрових технологій у логістиці.

Результати. Дослідження показало, що впровадження логістики 4.0 дозволяє значно підвищити ефективність управління ланцюгами постачання, знижувати операційні витрати та покращувати швидкість обробки замовлень. Основні переваги включають підвищення прозорості та точності даних, а також гнучкість в адаптації до ринкових змін.

Перспективи. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення впливу кібербезпеки на ланцюги постачання в умовах глобалізації, а також на розробку нових моделей інтеграції цифрових технологій у логістичні процеси малого та середнього бізнесу.

Ключові слова: *Логістика 4.0, Індустрія 4.0, Інтернет речей, штучний інтелект, великі дані, блокчейн, розумні ланцюги постачання.*

Summary. *Introduction. In the current conditions, the Fourth Industrial Revolution promotes the active development of Logistics 4.0, which uses innovative digital technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data, and blockchain. These technologies are transforming approaches to supply chain management, ensuring transparency, flexibility, and efficiency in processes.*

Objective. The aim of the article is to study the impact of the Logistics 4.0 concept on the development of modern supply chains and to analyze the opportunities for using digital technologies to optimize logistics processes.

Materials and Methods. The article uses analysis and synthesis methods, as well as a systems approach to explore the implementation of IoT, AI, Big Data, and blockchain in logistics processes. A review of literature sources and analytical research on the application of digital technologies in logistics was conducted.

Results. The research shows that the implementation of Logistics 4.0 significantly improves the efficiency of supply chain management, reduces operational costs, and enhances order processing speed. Key benefits include increased transparency and data accuracy, as well as flexibility in adapting to market changes.

Perspectives. Future research could focus on examining the impact of cybersecurity on supply chains in the context of globalization, as well as developing new models for integrating digital technologies into the logistics processes of small and medium-sized businesses.

Key words: *Logistics 4.0, Industry 4.0, Internet of Things, artificial intelligence, big data, blockchain, smart supply chains.*

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Логістика 4.0 та розумні ланцюги постачання стали предметом активних досліджень в умовах Четвертої промислової революції. У сучасній науковій літературі розглядаються основні напрямки цифрової трансформації логістичних процесів та впровадження інноваційних технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), великі дані (Big Data) та блокчейн. Пфол та Клаус (2013) наголошують, що цифровізація у логістиці дозволяє оптимізувати управління ланцюгами постачання та забезпечити прозорість усіх процесів [1]. Зокрема, IoT допомагає відстежувати рух товарів у реальному часі, що підвищує контроль та знижує ризики втрат і затримок. Автори вказують на потенціал цих технологій у покращенні загальної ефективності логістичних операцій. Роботи Крістофера (2016) [2] та Бауерсокса (2012) [4] зосереджуються на інтеграції нових технологій у ланцюги постачання та підвищенні гнучкості систем. Вони підкреслюють, що застосування AI та аналітики великих даних дозволяє прогнозувати попит і оптимізувати планування поставок, що робить компанії більш адаптивними до змін на ринку. Дослідження Хейзена та його колег (2014) [3] наголошує на важливості якості даних у прогнозуванні та аналізі логістичних процесів. Вони зазначають, що великі дані мають ключове значення для прийняття рішень в умовах глобалізованої економіки. Інші автори, такі як Каче і Сьорінг (2017) [6], звертають увагу на виклики, пов'язані з цифровізацією, включаючи високі витрати на впровадження нових технологій та ризики, пов'язані з кібербезпекою. Особливо це стосується впровадження блокчейн-систем, які хоча й забезпечують безпеку та прозорість, вимагають значних інвестицій. Такі автори, як Джанг та Чжао (2017) [5], вивчали вплив RFID-технологій на логістику та підкреслили їх важливість у забезпеченні точності інвентаризації та моніторингу запасів [17]. Загалом, огляд літератури показує, що цифровізація логістики є невід'ємною складовою сучасного управління ланцюгами постачання. Проте існує низка викликів, зокрема, високі витрати на впровадження, складність інтеграції з існуючими системами та загрози кібербезпеки, що вимагають подальших досліджень і адаптації бізнес-моделей.

Постановка проблеми. Дослідження показує, що автоматизовані системи можуть значно знизити витрати на операції та підвищити продуктивність, особливо в контексті управління запасами та перевезеннями. Застосування IoT у логістиці дозволяє компаніям відстежувати рух товарів у режимі реального часу, покращуючи прозорість і контроль. Дослідження свідчать, що такі рішення суттєво знижують ризики, пов'язані з втратою або затримкою товарів. Використання AI та Big Data забезпечує можливості для точного прогнозування попиту, оптимізації маршрутів та розподілу ресурсів. Наукова робота підкреслює, що AI може підвищити гнучкість і адаптивність ланцюгів постачання, забезпечуючи вищу конкурентоспроможність компаній [15].

Постановка завдання. Побудови ефективних розумних ланцюгів постачання, які здатні адаптуватися до швидких змін на ринку, мінімізувати ризики та оптимізувати операційні витрати.

Методологія дослідження базується на комплексному підході, який поєднує кількісні та якісні методи аналізу для вивчення впливу Логістики 4.0 на сучасні ланцюги постачання.

Виклад основного матеріалу. Логістика 4.0 — це концепція управління ланцюгами постачання, яка виникла в рамках Четвертої промислової революції (Індустрія 4.0). Вона передбачає використання цифрових технологій для автоматизації, оптимізації та підвищення ефективності логістичних процесів. Логістика 4.0 поєднує сучасні технології, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), великі дані (Big Data), блокчейн, автоматизацію та робототехніку [9; 17].

Однією з ключових переваг Логістики 4.0 є суттєве підвищення прозорості та можливості відстежувати всі етапи ланцюга постачання в реальному часі [10]. Це досягається завдяки впровадженню таких технологій, як Інтернет речей (IoT) і блокчейн, які змінюють підходи до управління логістичними процесами. Використання автоматизованих систем, таких як роботи, дрони та автономні транспортні засоби, допомагає значно прискорити процеси транспортування та зберігання товарів. Системи управління запасами можуть автоматично оновлювати дані, мінімізуючи людські помилки та затримки. Використання штучного інтелекту та автоматизованих систем дозволяє логістичним компаніям швидко реагувати на зміни попиту або інші зовнішні фактори (наприклад, погодні умови, затори на дорогах). Логістика 4.0 дозволяє краще контролювати споживання ресурсів та знижувати викиди вуглецю завдяки оптимізації маршрутів та ефективному використанню транспорту.

Також треба розглянути недоліки: для впровадження технологій Індустрії 4.0 потрібні значні інвестиції у обладнання, програмне забезпечення, інфраструктуру та навчання персоналу. Це може бути недоступним для невеликих компаній. А також інтеграція нових технологій з існуючими системами може бути складною та вимагати багато часу і ресурсів, не всі підприємства готові швидко адаптуватися до нових технологій. Компанії, які повністю покладаються на цифрові технології, піддаються ризику кіберзлочину, витоку даних та зламування систем.

Логістика 4.0 має значні переваги в плані ефективності, прозорості та адаптивності, але водночас вимагає значних інвестицій і несе певні ризики, пов'язані з кібербезпекою та скороченням робочих місць.

Розумний ланцюг постачання — це ланцюг, який використовує передові технології для інтеграції, автоматизації та оптимізації процесів на всіх етапах постачання, починаючи з виробництва і завершуючи доставкою кінцевому споживачу [20]. Розумні ланцюги постачання використовують автоматизовані системи для управління потоками інформації та товарів у реальному часі. Наприклад, системи управління складами (WMS) та транспорту (TMS) інтегруються з IoT для відстеження руху вантажів. Розумні ланцюги постачання можуть швидко адаптуватися до змін на ринку або змін у попиті завдяки

Таблиця 1

Відмінності логістики 4.0 та розумних ланцюгів постачання

Показники	Логістика 4.0	Розумні ланцюги постачання
Фокус на процесах	Зосереджується на автоматизації та цифровізації операцій у сфері транспортування, зберігання і управління запасами. Головна мета — підвищення ефективності логістичних процесів, таких як доставка, обробка вантажів, відстеження та управління складами	Включають логістику 4.0, але охоплюють ширший спектр — всі етапи від планування виробництва до кінцевої доставки споживачу. Це інтегрована система, що включає постачальників, виробників, дистриб'юторів та споживачів, де всі елементи ланцюга пов'язані через цифрові платформи для забезпечення безперебійного обміну інформацією.
Обсяг та масштаб	Здебільшого охоплює внутрішні операції компанії або окремі етапи в ланцюгу постачання, такі як управління транспортом і складами. Основна увага приділяється операційним процесам, автоматизації та ефективному використанню ресурсів.	Мають більш глобальний характер, охоплюючи весь ланцюг постачання, від початкових постачальників до кінцевих клієнтів. Це концепція, яка координує різні етапи ланцюга, поєднуючи виробництво, логістику, постачання та розподіл, часто між різними компаніями.
Технологічні підходи	Основна увага зосереджена на таких технологіях, як IoT, роботи для автоматизації складів, системи управління транспортом (TMS), відстеження вантажів у реальному часі, автономні транспортні засоби тощо. Це технології, що спрямовані на підвищення ефективності саме логістичних операцій.	Використовують такі ж технології, але додають до них більш інтегровані системи, як-от платформи для обміну даними між усіма учасниками ланцюга, прогнозуючі алгоритми для управління попитом, автоматизовані системи прийняття рішень та управління запасами в масштабах усього ланцюга.
Цілі та результати	Її головна мета — підвищення ефективності транспортування, зберігання та обробки товарів шляхом автоматизації та оптимізації процесів. Вона прагне зменшити витрати і час на виконання логістичних операцій.	Їхня мета — створення гнучкого, прозорого та адаптивного ланцюга постачання, який може швидко реагувати на зміни попиту, коливання ринкових умов і непередбачені ситуації (наприклад, затримки у виробництві). Важливим аспектом є прозорість і спільний обмін даними між усіма учасниками.
Гнучкість та інтеграція	Забезпечують повну інтеграцію між усіма учасниками ланцюга, дозволяючи швидко адаптуватися до змін, підтримуючи взаємодію між постачальниками, виробниками, дистриб'юторами та споживачами в реальному часі. Гнучкість тут стосується всього ланцюга постачання.	Більше орієнтована на оптимізацію окремих логістичних процесів. Вона пропонує гнучкість у виконанні логістичних операцій, але не охоплює повністю координацію між усіма учасниками ланцюга постачання.
Сталий розвиток	Орієнтована на покращення ефективності логістичних операцій, що може призвести до зменшення викидів і економії ресурсів, але вона не завжди враховує всі екологічні аспекти на рівні всього ланцюга.	Більш інтегрований підхід дозволяє не тільки знижувати витрати, але й оптимізувати використання ресурсів на всіх етапах постачання, зокрема враховуючи екологічний вплив кожного з етапів.

Джерело: розроблено автором з використанням [7; 14; 8]

інтелектуальним системам [12]. Це дозволяє мінімізувати втрати часу та ресурсів при виникненні непередбачуваних ситуацій. Завдяки штучному інтелекту та машинному навчанню системи можуть передбачати попит на товари, коливання цін та інші фактори, що впливають на ефективність ланцюга постачання. Це дозволяє краще планувати обсяги виробництва, закупівель та доставки [16].

Логістика 4.0 фокусується на автоматизації та оптимізації процесів транспортування та зберігання товарів за допомогою цифрових технологій [13; 18]. Розумні ланцюги постачання мають більш масштабний підхід, інтегруючи всі етапи ланцюга постачання (від постачальників до споживачів) для створення більш гнучкої, адаптивної та прозорої системи постачання. Таким чином, логістика 4.0 є частиною більшого поняття розумних ланцюгів постачання, допомагаючи їм досягати вищої ефективності на операційному рівні [12].

«Rozetka» є чудовим прикладом компанії, яка активно використовує принципи Логістики 4.0, щоб забезпечити високий рівень обслуговування клієнтів і оптимізувати свої внутрішні логістичні процеси. Це дозволяє компанії залишатися лідером на ринку української електронної комерції. Для забезпечення швидкого обслуговування своїх клієнтів, «Rozetka» використовує автоматизовані склади та системи управління запасами (WMS). Завдяки використанню спеціальних роботів та автоматизованих ліній, компанія забезпечує швидку обробку замовлень і зменшення часу на сортування та пакування товарів. «Rozetka» інтегрувала свою онлайн-платформу з логістичними операціями, що дозволяє клієнтам відстежувати статус своїх замовлень в реальному часі. Це стало можливим завдяки використанню API для автоматизованого зв'язку з кур'єрськими службами та власними логістичними ресурсами компанії. Компанія використовує аналітику великих даних для оптимізації закупівель і прогнозування попиту. Завдяки цим технологіям «Rozetka» може ефективно управляти запасами на складі та уникати дефіциту товарів під час пікових періодів (наприклад, під час святкових акцій). Штучний інтелект використовується для автоматизації маршрутизації доставки товарів. Система аналізує попит у різних регіонах і оптимізує доставку з урахуванням відстані, часу та витрат на транспортування. Для доставки цінних або чутливих до умов зберігання товарів «Rozetka» застосовує IoT-системи для моніторингу температури, вологості та інших параметрів під час транспортування, що гарантує збереження якості товарів. Логістика 4.0 також охоплює автоматизацію процесів обробки повернень товарів. «Rozetka» створила зручну систему для повернень, яка дозволяє клієнтам легко ініціювати повернення через сайт або мобільний додаток, а автоматизовані склади швидко обробляють ці операції.

Цей графік ілюструє, як швидкість доставки «Rozetka» зменшувалася з 2015 по 2023 рік завдяки впровадженню Логістики 4.0, що підкреслює покращення ефективності логістичних процесів компанії. Але треба зазначити, що у 2022 році швидкість доставки зменшилась через початок повномасштабної війни, потрібен був час для адаптації компанії під нові обставини.

Протягом останніх років, Rozetka продемонструвала значне зниження операційних витрат на доставку.

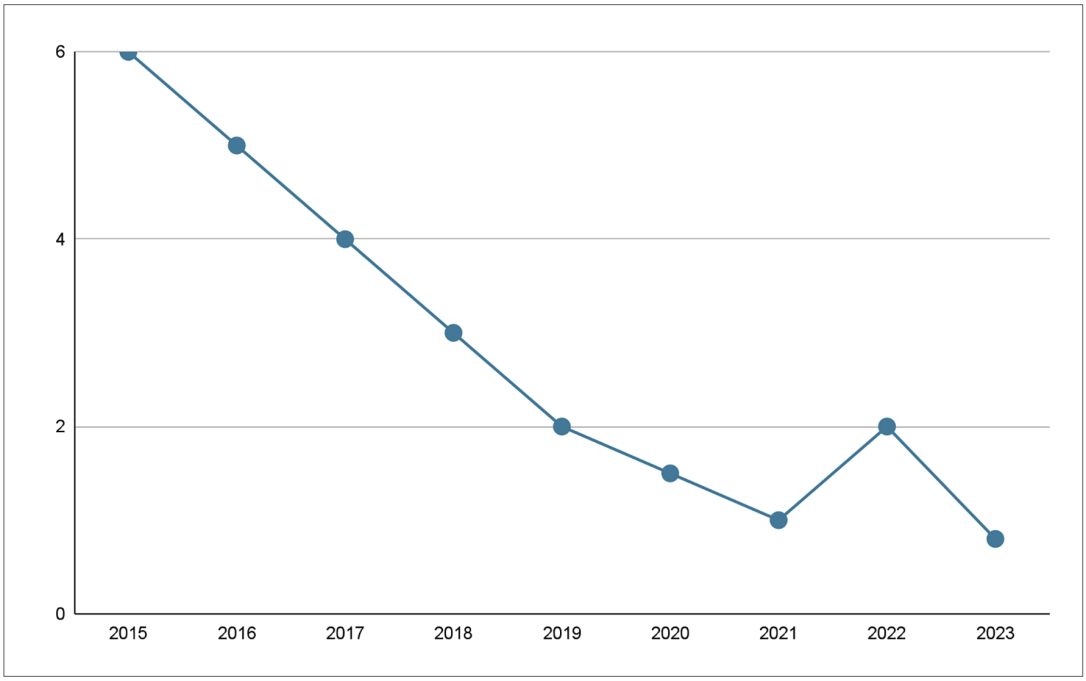


Рис. 1. Швидкість доставки (днів) «Rozetka» при застосуванні Логістики 4.0

Джерело: розроблено автором з використанням [20; 19]

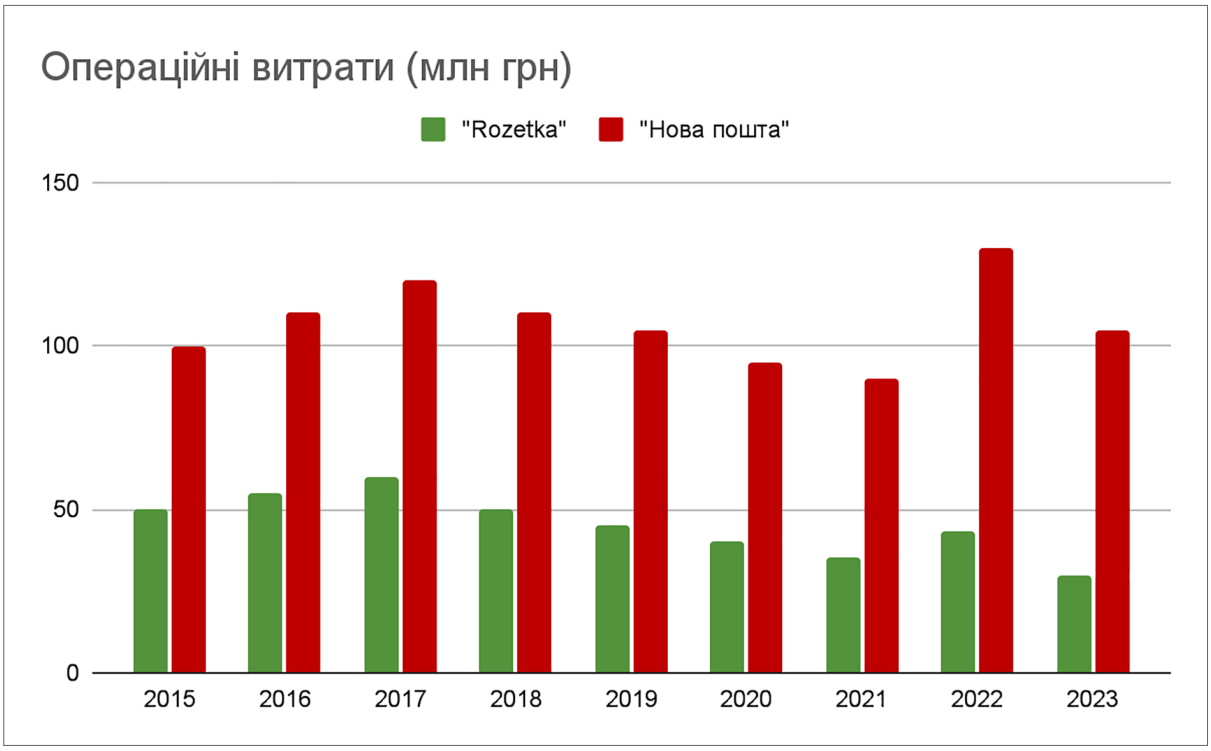


Рис. 2. Операційні витрати (млн. грн) в порівнянні «Rozetka» та «Нова пошта» при застосуванні Логістики 4.0
Джерело: розроблено автором з використанням

Це зниження може бути результатом впровадження інноваційних технологій, таких як автоматизовані склади, вдосконалені системи управління запасами, а також оптимізація процесів за допомогою штучного інтелекту та Іо Т. Зменшення витрат свідчить про ефективність цих заходів і їх вплив на зниження загальних витрат. Нова Пошта також показала зменшення витрат, але на відміну від Rozetka, її витрати залишаються відносно високими. Це може бути пов'язано з великою інфраструктурною базою, необхідністю обслуговування широкого спектру послуг, а також з високими витратами на обслуговування великої кількості клієнтів і доставки в різні регіони, включаючи віддалені та важкодоступні місця. Порівняння витрат показує, що обидві компанії активно впроваджують новітні технології для оптимізації своїх логістичних процесів. Однак Rozetka досягла більш суттєвого зниження витрат завдяки більш швидкій інтеграції і адаптації нових технологій у своїх процесах. Це, можливо, зумовлено меншими витратами на фізичну інфраструктуру порівняно з Новою Поштою, яка також здійснює інвестиції в розвиток нових технологій, але має значні витрати на підтримку розгорнутої мережі. Впровадження Логістики 4.0 суттєво підвищило ефективність обох компаній. Rozetka змогла досягти значного зменшення витрат і прискорити доставку завдяки автоматизації і впровадженню цифрових технологій. Нова Пошта, з іншого боку, продовжує вдосконалювати свої процеси, що дозволяє зменшити витрати, але темпи зменшення витрат не такі швидкі, як у Rozetka.

Загалом, обидві компанії демонструють успішне впровадження принципів Логістики 4.0, що позитивно впливає на їхню ефективність і витрати на доставку.

Висновки. Логістика 4.0 і розумні ланцюги постачання забезпечують суттєві переваги для бізнесу, включаючи зниження витрат, підвищення ефективності, швидкості обробки замовлень та адаптивності. Ці технології дозволяють компаніям краще відповідати на виклики сучасного ринку, підвищувати конкурентоспроможність і забезпечувати сталий розвиток. Впровадження цих підходів є критично важливим для досягнення успіху в умовах швидко змінюючогося бізнес-середовища [9].

Оскільки Логістика 4.0 базується на цифрових технологіях, питання захисту даних та інформаційної безпеки стає критично важливим. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на розробці методів захисту логістичних мереж від кіберзагроз.

Більшість малих і середніх підприємств стикаються з проблемами під час впровадження інноваційних технологій через високі витрати. Перспективним напрямом є розробка адаптивних та доступних рішень для інтеграції цифрових технологій у логістичні процеси таких компаній.

Однією з ключових проблем сучасної логістики є екологічний вплив. Перспективні дослідження можуть стосуватися розробки «зелених» технологій, які дозволять зменшити викиди CO_2 та підвищити енергоефективність логістичних процесів, інтегруючи це в концепцію Логістики 4.0.

Література

1. Клаус П., Пфоль М.Т. Логістика та управління ланцюгами постачання. Берлін : Springer, 2013. 520 с.

2. Крістофер М. Логістика та управління ланцюгами постачання. Лондон : Pearson Education, 2016. 450 с.

3. Гейзен Б.Т., Бун К.А., Езелл Дж. Д., Джонс-Фармер Л.А. Якість даних для науки про дані, прогнозної аналітики та великих даних у ланцюгах постачання: Вступ. *Міжнародний журнал виробничої економіки.* 2014. № 154. С. 72–80. doi: 10.1016/j.ijpe.2014.03.018.

4. Бауерсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж., Купер М.Б. Логістика управління ланцюгами постачання. Нью-Йорк : McGraw-Hill Education, 2012. 500 с.

5. Джанг Х., Чжао Л. Вплив технологій RFID на логістику та управління ланцюгами постачання. *Журнал логістичного менеджменту*. 2017. Т. 27, № 3. С. 123–136. doi: 10.1007/s11301-017-0121-9.

6. Каче Ф., Сьорінг С. Виклики та можливості цифровізації в управлінні ланцюгами постачання. *Європейський журнал оперативних досліджень.* 2017. Т. 261, № 3. С. 964–977. doi: 10.1016/j.ejor.2017.02.013.

7. Ґьолц Дж., Вебер Е.А. Оптимізація ланцюгів постачання за допомогою телематики. *Журнал транспортних технологій.* 2020. Т. 9, № 2. С. 54–70. doi: 10.4236/jtts.2020.92005.

8. Лі Х.Л., Біллінгтон К. Управління запасами в ланцюгах постачання: пастки та можливості. Огляд менеджменту Sloan. 1992. Т. 33, № 3. С. 65–73. doi: 10.5555/SMR.33.3.65.

9. Рао С.С., Джордж П. Великі дані в логістиці: застосування та виклики. *Журнал логістичних технологій.* 2018. Т. 15, № 1. С. 29–44. doi: 10.1007/s10000-017-0013-x.

10. Дзян П., Чжан Х. Системи відстеження в реальному часі у логістиці: огляд. *Логістичні дослідження*. 2021. Т. 14, № 2. С. 109–124. doi: 10.1007/s12159-021-00245-0.

11. Монцка Р.М., Хендфілд Р.Б., Джуніперо Л.С., Паттерсон Дж.Л. Закупівлі та управління ланцюгами постачання. Бостон: Cengage Learning, 2015. 400 с.

12. Манган Дж., Лалвані К., Гарднер Б. Глобальна логістика та управління ланцюгами постачання. Лондон: Wiley, 2016. 420 с.

13. Бертоліні М., Гуідо Р. Автоматизація на складах та логістичних процесах: розвиток і тренди. *Журнал автоматизації в промисловості.* 2021. Т. 12, № 1. С. 40–56. doi: 10.1016/j.aiij.2020.12.005.

14. Ванг Дж., Чжан Х. Телематика та управління автопарком: удосконалення та інновації. Міжнародний журнал управління автопарком. 2019. Т. 14, № 4. С. 84–99.

15. Ляо С.Х., Ценг М.Л. Управління логістикою з використанням великих даних. Журнал розумної логістики. 2018. Т. 5, № 2. С. 88–102.

16. Кумар С., Раджан С.С. Обробка даних у реальному часі для ефективного управління логістикою. *Журнал реальної аналітики даних*. 2019. Т. 11, № 3. С. 233–245.

17. Фенг Т., Дінг Ю. Застосування технології RFID в управлінні ланцюгами постачання. *Журнал технологій ланцюгів постачання*. 2020. Т. 8, № 4. С. 45–58.

18. Торторелла Г.Л., де Алмейда Ж.С. Промислова робототехніка та автоматизація у логістиці. *Огляд робототехніки та автоматизації*. 2021. Т. 7, № 2. С. 112–126.

19. Шрьодер Р., Шуллер С. Виклики інтеграції великих даних у логістиці. *Журнал досліджень великих даних*. 2018. Т. 9, № 1. С. 71–89.

20. Суїні Т., Бернард Ф.М. Передова аналітика для оптимізації операцій у ланцюгах постачання. *Міжнародний журнал передової аналітики.* 2020. Т. 16, № 3. С. 156–173.

References

1. Klaus, P. and Pfohl, M.T. (2013) *Logistics and Supply Chain Management*. Berlin: Springer.

2. Christopher, M. (2016) *Logistics and Supply Chain Management*. London: Pearson Education.

3. Hazen, B.T., Boone, C.A., Ezell, J.D. and Jones-Farmer, L.A. (2014) 'Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction', *International Journal of Production Economics*, 154, pp. 72–80. doi: 10.1016/j.ijpe.2014.03.018.

4. Bowersox, D.J., Closs, D.J. and Cooper, M.B. (2012) *Supply Chain Logistics Management*. New York: McGraw-Hill Education.

5. Zhang, X. and Zhao, L. (2017) 'The impact of RFID technology on logistics and supply chain management', *Journal of Logistics Management*, 27(3), pp. 123–136. doi: 10.1007/s11301-017-0121-9.

6. Kache, F. and Seuring, S. (2017) 'Challenges and opportunities of digitalization in supply chain management', *European Journal of Operational Research*, 261(3), pp. 964–977. doi: 10.1016/j.ejor.2017.02.013.

7. Golz, J. and Weber, E. A. (2020) 'Optimizing supply chains with advanced telematics', *Journal of Transportation Technology*, 9(2), pp. 54–70. doi: 10.4236/jtts.2020.92005.

8. Lee, H.L. and Billington, C. (1992) 'Managing supply chain inventory: Pitfalls and opportunities', *Sloan Management Review*, 33(3), pp. 65–73. doi: 10.5555/SMR.33.3.65.

9. Rao, S.S. and George, P. (2018) 'Big data in logistics: Applications and challenges', *Logistics Technology Journal*, 15(1), pp. 29–44. doi: 10.1007/s10000-017-0013-x.

10. Jiang, P. and Zhang, H. (2021) 'Real-time location systems in logistics: A review', *Logistics Research*, 14(2), pp. 109–124. doi: 10.1007/s12159-021-00245-0.

11. Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C. and Patterson, J. L. (2015) *Purchasing and Supply Chain Management*. Boston: Cengage Learning.

12. Mangan, J., Lalwani, C. and Gardner, B. (2016) *Global Logistics and Supply Chain Management*. London: Wiley.

13. Bertolini, M. and Guido, R. (2021) 'Automation in warehousing and logistics: Advances and trends', *Automation in Industry Journal*, 12(1), pp. 40–56. doi: 10.1016/j.aiij.2020.12.005.

14. Wang, J. and Zhang, X. (2019) 'Telematics and fleet management: Enhancements and innovations', *International Journal of Fleet Management*, 14(4), pp. 84–99.

15. Liao, S. H. and Tseng, M. L. (2018) 'Smart logistics management with big data', *Journal of Smart Logistics*, 5(2), pp. 88–102.

16. Kumar, S. and Rajan, S. S. (2019) 'Real-time data processing for efficient logistics management', *Journal of Real-Time Data Analysis*, 11(3), pp. 233–245.

17. Feng, T. and Ding, Y. (2020) 'Application of RFID technology in supply chain management', *Supply Chain Technology Journal*, 8(4), pp. 45–58.

18. Tortorella, G. L. and de Almeida, J. C. (2021) 'Industrial robotics and automation in logistics', *Robotics and Automation Review*, 7(2), pp. 112–126. doi: 10.1109/RAR.2021.0012.

19. Schröder, R. and Schuller, S. (2018) 'Challenges of big data integration in logistics', *Journal of Big Data Research*, 9(1), pp. 71–89.

20. Sweeney, T. and Bernard, F. M. (2020) 'Advanced analytics for optimizing supply chain operations', *International Journal of Advanced Analytics*, 16(3), pp. 156–173. doi: 10.1016/j.ijaa.2020.05.001.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»

Збірник наукових статей

№ 10 (165)

Київ 2024

Видано в авторській редакції

Засновник / Видавець ТОВ «Фінансова Рада України»
Адреса: Україна, м. Київ, вул. Павлівська, 22, оф. 12
Контактний телефон: +38 (067) 401-8435
E-mail: editor@inter-nauka.com
www.inter-nauka.com

Підписано до друку 31.10.2024. Формат 60×84/8
Папір офсетний. Гарнітура New Century Schoolbook.
Умовно-друкованих аркушів 14,65. Тираж 100.
Замовлення № 398. Ціна договірна.
Надруковано з готового оригінал-макету.

Надруковано у видавництві
ТОВ «Центр учбової літератури»
вул. Лаврська, 20, м. Київ
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і
розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2458 від 30.03.2006 р.