

ISSN 2786-4588 (Print)  
ISSN 2786-4596 (Online)

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний аграрно-економічний університет



# Таврійський науковий вісник

Технічні науки

Випуск 3



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2023

ISSN 2786-4588 (Print)  
ISSN 2786-4596 (Online)

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету  
(протокол № 2 від 06.10.2023 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 3. 98 с.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International  
(Республіка Польща)

Свідоцтво про державну реєстрацію: Серія КВ № 24810-14750ПР від 31.05.2021 року.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 29.06.2021 № 735 (додаток 4) журнал внесений до переліку фахових видань України категорії «Б» (спеціальності: 122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології; 124 – Системний аналіз; 181 – Харчові технології; 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології).

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

#### Редакційна колегія:

**Дзюндзя О.В.** – доцент кафедри інженерії харчового виробництва Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент – головний редактор; **Антоненко А.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного бізнесу ПВНЗ «Київський університет культури», к.т.н., доцент; **Балихіна Г.А.** – провідний науковий співробітник відділення землеробства, меліорації та механізації апарату Президії НААН, к.т.н.; **Березовський Ю.В.** – доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., доцент; **Бровенко Т.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу Київського національного університету культури і мистецтв, к.т.н., доцент; **Вороненко М.О.** – доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, к.т.н., доцент; **Гончаренко А.В.** – професор кафедри підтримання льотної придатності повітряних суден Національного авіаційного університету, д.т.н., професор; **Гопеснко В.** – проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи» Університету прикладних наук ISMA, Dr.sc.ing., професор (Рига, Латвійська Республіка); **Горальчук А.Б.** – професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Харківського державного університету харчування та торгівлі, д.т.н., професор; **Димова Г.О.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н.; **Коваленко О.О.** – завідувач кафедри біоінженерії і води Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор; **Ковальчук П.І.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., професор; **Кузьмич Л.В.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., доцент; **Кузьміна Т.О.** – професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Лобода О.М.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент; **Марасанов В.В.** – член спеціалізованої Вченої ради ДФ 67.052.003 Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Матяш Т.В.** – старший науковий співробітник, завідувач відділу інформаційних технологій та маркетингу інновацій Інституту водних проблем і меліорації НААН, к.т.н.; **Отрош Ю.А.** – начальник кафедри пожежної, профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор; **Пневматікос Н.** – доцент кафедри будівництва Університету Західної Аттики, к.т.н., доцент (Афіни, Греція); **Романенко Р.П.** – доцент кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету, к.т.н.; **Степанчиков Д.М.** – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, к.ф.-м.н., доцент; **Сурьянінов М.Г.** – завідувач кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор; **Ткаченко О.Б.** – професор, завідувачка кафедри технології вина та сенсорного аналізу Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., доцент; **Турченко В.О.** – професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, д.т.н., доцент.

---

# КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

---

COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY

УДК 637.5.02

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.1>

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРИВАТНОГО МЕРЕЖЕВО-СЕРВЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ OPENNEBULA

---

**Антоненко А. В.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри комп'ютерної інженерії  
Державного університету телекомунікацій  
ORCID ID: 0000-0001-9397-1209

**Сорочинський О. О.** – магістр  
Державного університету телекомунікацій  
ORCID ID: 0009-0001-5894-1554

**Гулько О. С.** – магістр  
Державного університету телекомунікацій  
ORCID ID: 0009-0002-6350-2596

**Шульженко К. Ю.** – магістр  
Державного університету телекомунікацій  
ORCID ID: 0009-0003-3189-1504

**Христенко Д. О.** – магістр  
Державного університету телекомунікацій  
ORCID ID: 0009-0005-3494-7555

У статті розглядається аналіз останніх джерел та надається основний матеріал, пов'язаний з налаштуванням приватної хмари OpenNebula. Ця стаття містить огляд моделювання та проектування приватного мережево-серверного середовища з використанням технології OpenNebula. Звертається увага на переваги використання OpenNebula, для розгортання приватних хмар, обговорюється ключова функція та переваги платформи загалом. Використання приватних хмарних середовищ для побудови та

---

керування мережево-серверною інфраструктурою привернуло значну увагу в останні роки. OpenNebula є платформою хмарних обчислень з відкритим вихідним кодом, яка здатна створювати віртуалізовані центри обробки даних та керувати ними. Це комплексне рішення для проектування та розгортання хмарних середовищ, шляхом автоматизації та управління віртуальними машинами, сховищами даних та мережевими ресурсами. OpenNebula має модульну архітектуру, що дозволяє користувачам налаштовувати та розширювати платформу відповідно до своїх конкретних потреб. Однією з ключових особливостей OpenNebula є підтримка декількох гіпервізорів, включаючи KVM, VMware та LXI, забезпечуючи управління віртуальними машинами на різних платформах віртуалізації з єдиного інтерфейсу. OpenNebula ставить основний акцент на простоту та зручність використання. Платформа має веб-інтерфейс, за допомогою якого легко керувати своєю хмарною інфраструктурою з будь-якого пристрою, що підключений до мережі Інтернет. Також платформа включає набір інструментів командного рядка (CLI), які дозволяють досвідченим користувачам автоматизувати платформу та керувати ресурсами програмно. Платформа розроблена для підтримки широкого спектру сценаріїв розгортання, від невеликих приватних хмар до великомасштабних публічних хмар, що дозволяє легко та швидко масштабувати свою інфраструктуру в залежності від потреб, не вимагаючи значних змін у базовій архітектурі. Програмне забезпечення випускається під ліцензією Apache, що робить його вільним та відкритим для використання, модифікації та розповсюдження, без будь-яких ліцензійних платежів.

**Ключові слова:** OpenNebula, сховище, мережеві ресурси, масштабованість, приватні хмари, публічні хмари.

**Antonenko A. V., Sorochynskiy O. O., Hunko O. S., Shulzhenko K. Yu., Khrystenko D. O. Modeling and design of a private network-server environment using OpenNebula technology**

*The article examines the analysis of recent sources and provides background material related to setting up the OpenNebula private cloud. This article provides an overview of modeling and designing a private network server environment using OpenNebula technology. It highlights the benefits of using OpenNebula for private cloud deployments, discusses key features, and benefits of the platform in general. The use of private cloud environments to build and manage network and server infrastructure has attracted considerable attention in recent years. OpenNebula is an open source cloud computing platform capable of creating and managing virtualized data centers. It is a comprehensive solution for designing and deploying cloud environments by automating and managing virtual machines, data storage and network resources. OpenNebula has a modular architecture that allows users to customize and extend the platform according to their specific needs. One of the key features of OpenNebula is its support for multiple hypervisors, including KVM, VMware and LXI, providing management of virtual machines on different virtualization platforms from a single interface. OpenNebula places a major emphasis on simplicity and ease of use. The platform has a web interface that makes it easy to manage your cloud infrastructure from any device connected to the Internet. The platform also includes a set of command-line tools (CLI) that allow advanced users to automate the platform and manage resources programmatically. The platform is designed to support a wide range of deployment scenarios, from small private clouds to large-scale public clouds, allowing you to easily and quickly scale your infrastructure based on your needs without requiring significant changes to the underlying architecture. The software is released under the Apache license, which makes it free and open to use, modify and distribute, without any license fees.*

**Key words:** OpenNebula, storage, network resources, scalability, private clouds, public clouds.

**Вступ.** У сучасному цифровому світі організації все більше покладаються на приватні мережі для зберігання та керування критично важливими даними та програмами. Приватне мережево-серверне середовище забезпечує покращену безпеку, контроль і масштабованість порівняно з загальнодоступними мережами, що робить його привабливим вибором для багатьох компаній. Однак проектування та моделювання такого середовища може бути складним, вимагаючи ретельного дослідження різних факторів, таких як архітектура, розподіл ресурсів, технологія віртуалізації та інструменти керування [1, 2].

Однією з популярних технологій для побудови та керування приватними мережево-серверними середовищами є OpenNebula. OpenNebula – це платформа для

хмарних обчислень, яка вирішує завдання управління та направлення віртуалізованих ресурсів у центрах обробки даних та гібридних хмарних середовищах. Зокрема, це комплексне та гнучке рішення для розгортання, управління та масштабування віртуальних машин та контейнерів, на базі різних технологій віртуалізації. Пропонує широкий спектр функцій, включаючи керування віртуальними машинами, керування мережею та сховищами, керування користувачами та групами, а також моніторинг і звітування [3, 4].

**Постановка проблеми.** Однією з ключових проблем у розробці з використанням OpenNebula є вибір відповідної архітектури. Архітектура повинна бути ретельно спланована, щоб забезпечити ефективний розподіл ресурсів, високу доступність і масштабованість. У статті обговорюватимуться різні варіанти архітектури, такі як одновузлова, багатовузлова та гібридна архітектури, а також їхні переваги та недоліки. У статті також буде розглянуто фактори, які необхідно врахувати при виборі відповідної архітектури, наприклад, розмір організації, типи додатків і робочих навантажень, а також бажаний рівень продуктивності та доступності [5-7].

Іншою проблемою при розробці середовища є розподіл ресурсів процесора, пам'яті та зберігання даних, між віртуальними машинами. Ефективний розподіл ресурсів має вирішальне значення для забезпечення оптимальної продуктивності. У статті обговорюватимуться різні методи розподілу, такі як статичний, динамічний та гібридний розподіл, а також їхні переваги та недоліки. У статті також досліджуватимуться фактори, які необхідно врахувати під час визначення відповідної стратегії розподілу ресурсів, такі як характеристики робочого навантаження, вимоги до продуктивності додатків і обмеження вартості [8-11].

Формулювання проблеми при проектуванні та моделюванні приватного середовища з використанням технології OpenNebula передбачає вирішення різних проблем, пов'язаних з архітектурою, розподілом ресурсів, технологією віртуалізації, управлінням, безпекою, масштабованістю, сумісністю та економічною ефективністю. Ретельно аналізуючи та вирішуючи ці завдання, організації можуть створити ефективне приватне мережево-серверне середовище, яке відповідає їхнім цілям продуктивності, безпеки та вартості. У наступних розділах статті детальніше буде розглянуто кожен з цих проблем, надаючи розуміння та рекомендації щодо проектування та моделювання такого середовища [12, 13].

**Мета дослідження.** *Метою роботи є моделювання та проектування приватного мережево-серверного середовища з використанням технології OpenNebula.*

Об'єкт дослідження – приватне мережево-серверне середовище, що складається з комп'ютерів, мережевих пристроїв та серверів, а також технології OpenNebula.

Предмет дослідження – процес моделювання та проектування приватного мережево-серверного середовища з використанням технології OpenNebula, включаючи в себе визначення вимог до системи, вибір необхідного обладнання та налаштування програмного забезпечення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки було опубліковано значну кількість досліджень і літератури на тему моделювання та проектування приватних мережево-серверних середовищ за допомогою технології OpenNebula. Однією помітною тенденцією в літературних джерелах є наголос на важливості безпеки при проектуванні та моделюванні приватних хмар. Зі зростанням поширення кіберзагроз і витоку даних організації надають пріоритет заходам безпеки для захисту своїх конфіденційних даних і програм. Автори рекомендують застосовувати найкращі методи безпеки, такі як регулярні аудити безпеки, керування

виправленнями та сегментацію мережі, щоб мінімізувати ризик порушення безпеки [14].

Оскільки організації ростуть і їхні вимоги змінюються, таке середовище має бути масштабованим, щоб відповідати сучасним вимогам. Організаціям часто потрібно інтегрувати свою інформаційну інфраструктуру з іншими системами та технологіями, які забезпечують бездоганну взаємодію. Це включає підтримку кількох гіпервізорів, інтеграцію із зовнішніми системами зберігання та сумісність із різними мережевими конфігураціями [15-17].

Іншою ключовою тенденцією, виявленою в літературних джерелах, є необхідність комплексного управління та моніторингу приватної хмари, а також обговорюється важливість розгляду аспекту енергоефективності. Ефективне управління, моніторинг та оптимізації споживання енергії у своїй IT-інфраструктурі, є критично важливими для забезпечення продуктивності, доступності та надійності.

Загалом аналіз останніх джерел підкреслює важливість цілісного підходу до проектування та моделювання приватних мережесерверних середовищ за допомогою технології OpenNebula. Це включає в себе розгляд заходів безпеки для захисту від кіберзагроз, забезпечення масштабованості для адаптації до змінних вимог, досягнення сумісності з іншими системами та технологіями, оптимізацію витрат для узгодження з організаційними бюджетами, прийняття OpenNebula як гнучкого та масштабованого рішення, впровадження ефективних стратегій управління та моніторингу, і розгляд практики енергоефективності для екологічної стійкості. Включаючи ці фактори в процес проектування та моделювання, організації можуть створити надійне, безпечне, масштабоване та ефективне рішення, яке відповідає вимогам їх бізнесу та відповідає їх IT-цілям [18].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** OpenNebula – це рішення для хмарних обчислень з відкритим вихідним кодом, яке повністю підтримує приватні, публічні та гібридні хмарні платформи. Технологія розроблена для легкої адаптації до будь-якої інфраструктури та легкого розширення новими компонентами. Результатом є модульна система, яка може реалізувати різноманітні хмарні архітектури та може взаємодіяти з кількома службами центру обробки даних. Внутрішніми компонентами OpenNebula є основний модуль, набір підключених драйверів та кілька інструментів. Віртуальні ресурси, такі як віртуальні машини, віртуальні мережі, віртуальні сховища та шаблони, управляються і контролюються основним модулем. Крім того, він обробляє запити від клієнтів і викликає відповідні драйвери для керування ресурсами, які потрібно використовувати. Драйвери – це адаптери, які взаємодіють з проміжним програмним забезпеченням. За допомогою низки інструментів та API, кінцеві користувачі можуть отримати доступ до ключових функціональних можливостей [19].

Основні складові OpenNebula:

- Керуючий вузол (frontend node) – центральний вузол, який відповідає за управління всіма іншими вузлами хмари. Він включає в себе веб-інтерфейс, API та базу даних.
  - Вузли хмари (cloud nodes) – обчислювальні вузли, на яких запускаються віртуальні машини. Вони можуть бути розташовані на різних фізичних серверах і мати різну конфігурацію обладнання.
  - Хмарні образи (cloud images) – образи віртуальних машин, які можна використовувати для запуску нових віртуальних машин на вузлах хмари.
-

- Хмарні шаблони (cloud templates) – конфігурації для створення віртуальних машин, включаючи параметри вузлів, образи, мережі та інші параметри.
- Хмарні мережі (cloud networks) – віртуальні мережі, на яких працюють віртуальні машини.

До компонентів установки OpenNebula належать: OpenNebula Daemon, база даних, планувальник, Edge Cluster Provision, моніторинг, OneFlow, OneGate, OneGate/Proxy [20].

OpenNebula Daemon (oned): OpenNebula Daemon є основною службою платформи. Він керує вузлами кластера, віртуальними мережами та сховищами, групами, користувачами та їхніми віртуальними машинами, а також надає API XML-RPC іншим службам і кінцевим користувачам.

База даних: OpenNebula зберігає стан хмари у вибраній базі даних SQL. Це ключовий компонент, який слід контролювати та налаштовувати для найкращої продуктивності, дотримуючись найкращих практик конкретного продукту бази даних.

Планувальник: планувальник OpenNebula відповідає за планування віртуальних машин, на доступних вузлах гіпервізора. Це спеціальний демон, встановлений разом із OpenNebula Daemon, його також можна розгорнути окремо на іншій машині.

Edge Cluster Provision: цей компонент створює повнофункціональні кластери OpenNebula у загальнодоступній хмарі. Модуль Provision інтегрує Edge Clusters у вашу хмару OpenNebula, використовуючи три основні технології: Terraform, Ansible і OpenNebula Services.

Моніторинг: підсистема моніторингу представлена спеціальним демоном, що працює як частина демона OpenNebula. Він збирає інформацію, що стосується хостів і віртуальних машин, основними показниками є продуктивність, статус віртуальної машини та споживання ресурсів.

OneFlow: OneFlow керує службами кількох віртуальних машин у цілому, визначаючи залежності та політики автоматичного масштабування для компонентів програми, взаємодіє з демоном OpenNebula для керування віртуальними машинами (запуск, зупинка), ним також можна керувати через графічний інтерфейс Sunstone або через CLI.

OneGate: сервер OneGate дозволяє забезпечити зв'язок між віртуальними машинами та вузлами OpenNebula. Завдяки OneGate користувачі можуть легко взаємодіяти зі своїми віртуальними машинами ззовні хмари, що значно полегшує їх роботу з хмарними ресурсами.

OneGate/Proxy: служба OneGate/Proxy – це просте рішення TCP-проксі, яке можна використовувати для покращення безпеки кінцевої точки OneGate. Користувачі можуть увімкнути його на вузлах гіпервізора, тоді стане набагато простіше захищати трафік OneGate за допомогою рішення VPN [11].

OpenNebula є високомасштабованою архітектурною системою (Рис. 1). Інтерфейси працюють на основі REST API (наприклад, EC2-Query API), OpenNebula Cloud API (OCA) та власних API драйверів (Рис. 2). Також є підтримка підключення до AWS.

Рішення OpenNebula спеціально розроблене для адаптації до будь-якої інфраструктури і може бути легко розширене за допомогою інших компонентів. Результатом є модульна система, яка дозволяє створювати необмежену кількість хмарних архітектур. Крім того, вона може бути інтегрована з центрами обробки даних [21].

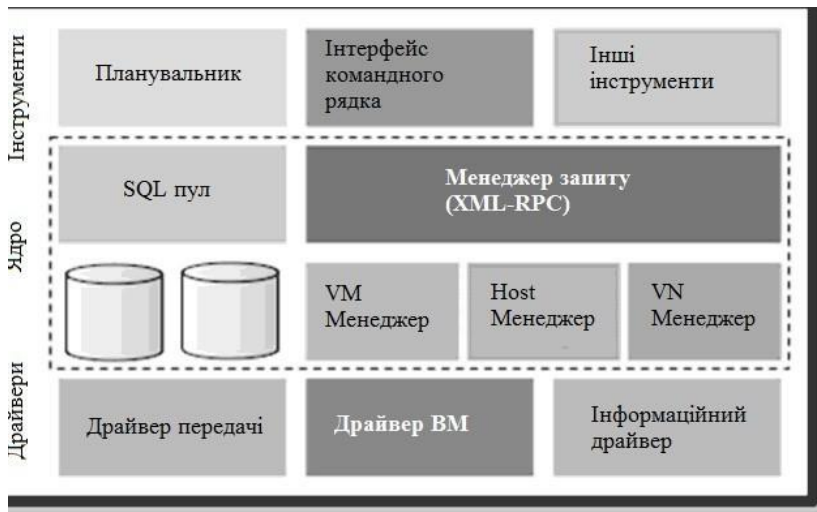


Рис. 1. Внутрішня архітектура OpenNebula

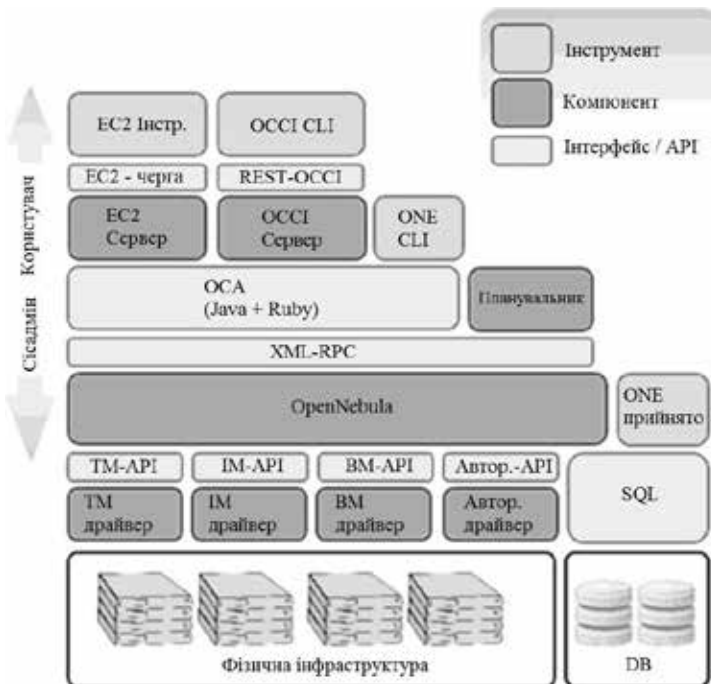


Рис. 2. Інтерфейси

Хмарний інтерфейс потрібен нам для управління віртуальними машинами, мережами та зображеннями за допомогою REST API. Він обмежує потребу в додаткових знаннях про хмару для того, щоб кінцеві користувачі могли їх освоїти. OpenNebula реалізує два типи інтерфейсів:



EC2-запит API: OpenNebula реалізує функції, що надаються EC2 API від Amazon, які пов'язані з управлінням віртуальними машинами. Тому при доступі до хмари OpenNebula можна використовувати будь-який інструмент EC2-запитів [4].

OSSI-OGF: цей веб-сервіс дозволяє запускати віртуальні машини в OpenNebula та керувати ними, використовуючи останню версію проекту OSSI API.

Інтерфейс XML-RPC є основним інтерфейсом OpenNebula і надає всі функції для взаємодії з програмним рішенням OpenNebula. За допомогою інтерфейсу XML-RPC ви можете контролювати і керувати будь-якими ресурсами OpenNebula, включаючи віртуальні машини, мережі, образи, користувачів, хости і кластери. Інтерфейс XML-RPC рекомендується використовувати при розробці спеціальних бібліотек для хмарних додатків або коли потрібен низькорівневий інтерфейс до ядра OpenNebula [22].

OpenNebula Cloud API надають простий і зручний спосіб взаємодії з ядром OpenNebula. Ці API надають ту ж функціональність, що і XML RPC інтерфейси. API підтримують дві мови, Ruby та Java. Якщо ви розробляєте просунутий IaaS-інструмент і вам потрібен повний доступ до функціональності OpenNebula, найкраще використовувати інтерфейс OCA.

Внутрішні дані, стан OpenNebula та призначена інформація зберігається в постійній базі даних. Можуть використовуватися бази даних такі як MySQL або SQLite, що дозволяє легко взаємодіяти з будь-якими інструментами для роботи з базами даних.

Залежно від налаштування віртуальної мережі, віртуальна машина OpenNebula підключає свій мережевий інтерфейс (визначений в опції NIC) до фізичних пристроїв гіпервізора. Таким чином, віртуальна машина може отримати доступ як до публічних, так і до приватних мереж [6].

Інтеграція з інструментами та службами безпеки: OpenNebula підтримує взаємодію із зовнішніми інструментами та сервісами безпеки, такими як брандмауери, системи виявлення та запобігання вторгнень та антивірусне програмне забезпечення. Це дозволяє використовувати переваги цих інструментів і сервісів для посилення захисту інфраструктури вцілому.

Відповідність та сертифікація: OpenNebula може допомогти вам задовольнити вимоги безпеки та відповідності вашої організації або галузі, надаючи такі функції як: шифрування та безпечні комунікації. OpenNebula також сертифікована на відповідність стандартам безпеки, таким як ISO/IEC 27001:2013, що може допомогти вам продемонструвати безпеку та надійність вашої хмарної інфраструктури.

Безпечний зв'язок: OpenNebula підтримує безпечні протоколи зв'язку, такі як SSL/TLS, щоб гарантувати безпечну передачу даних між компонентами вашої віртуалізованої інфраструктури. Це допомагає запобігти підслуховуванню або фальсифікації даних під час передачі, що може становити значну загрозу безпеці.

Аварійне відновлення: OpenNebula надає функції для аварійного відновлення, такі як резервне копіювання та відновлення, реплікація та висока доступність. Ці функції можуть допомогти вам підтримувати безперервність бізнесу в разі інциденту з безпекою або збою системи, гарантуючи, що ваші дані та додатки будуть доступні та відновлені [8].

Сегментація віртуальної мережі: OpenNebula дозволяє створювати віртуальні мережі та сегменти мережі, ізольовані один від одного, що може допомогти запобігти латеральному переміщенню зловмисників у вашій віртуалізованій інфраструктурі. Це зменшує вплив інцидентів безпеки і допомагає стримувати потенційні порушення безпеки.

Безперервний моніторинг безпеки: OpenNebula підтримує безперервний моніторинг безпеки, який передбачає регулярне тестування та оцінку безпеки вашої віртуалізованої інфраструктури за допомогою автоматизованих інструментів і методів. Це може допомогти вам виявити та усунути вразливості та слабкі місця безпеки на випередження, перш ніж ними зможуть скористатися зловмисники.

В цілому, OpenNebula може надати широкий спектр функцій і можливостей безпеки, які допоможуть вам побудувати безпечну і відмовостійку хмарну інфраструктуру. Однак важливо відзначити, що безпека – це безперервний процес, і що потрібно стежити за регулярними оновлення для усунення ризиків і загроз безпеці у вашому хмарному середовищі.

**Висновки.** У цій статті ми дослідили моделювання та проектування приватного мережево-серверного середовища за допомогою технології OpenNebula. Ми обговорили архітектурні компоненти, міркування щодо конфігурації та найкращі методи створення надійного рішення. OpenNebula надає потужну та гнучку платформу, що дозволяє організаціям віртуалізувати свої обчислювальні ресурси, сховище даних та мережу для створення масштабованої та гнучкої інфраструктури. Використовуючи функції та можливості OpenNebula, організації можуть створити середовище, яке відповідає їхнім конкретним вимогам, чи то для невеликих масштабів, чи для великих центрів обробки даних. Це дозволяє їм визначати детальний контроль доступу та політики безпеки для обмеження несанкціонованого використання, що гарантує, що лише авторизовані користувачі та процеси мають доступ до ваших ІТ-ресурсів та даних.

Підсумовуючи усе вище наведене, можна сказати, що OpenNebula пропонує організаціям потужну та гнучку платформу для віртуалізації їхніх обчислювальних ресурсів, сховищ та мереж. Ретельно враховуючи архітектурні компоненти, параметри конфігурації та найкращі практики, організації можуть створити приватне мережево-серверне середовище, яке адаптоване до їхніх вимог, забезпечуючи підвищене використання ресурсів, покращену масштабованість, підвищену безпеку та спрощену роботу. Завдяки належному плануванню, оптимізації ресурсів, заходам безпеки, регулярному моніторингу та технічному обслуговуванню, а також тестуванню, організації можуть використовувати OpenNebula для створення ефективного, безпечного та високодоступного приватного мережево-серверного середовища, що дозволить їм задовольняти свої обчислювальні потреби та досягнення своїх ІТ-цілей.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Cloud Architecture Design – OpenNebula 6.4.1 Documentation. URL: [https://docs.opennebula.io/6.4/overview/cloud\\_architecture\\_and\\_design/cloud\\_architecture\\_design.html](https://docs.opennebula.io/6.4/overview/cloud_architecture_and_design/cloud_architecture_design.html) (дата звернення 26.04.2023).
2. OpenNebula Overview – OpenNebula 6.6.1 documentation. URL: [https://docs.opennebula.io/6.6/overview/opennebula\\_concepts/opennebula\\_overview.html](https://docs.opennebula.io/6.6/overview/opennebula_concepts/opennebula_overview.html) (дата звернення 26.04.2023).
3. OpenNebula Beginner's Guide. Giovanni Toraldo. Packt Publishing. 2012, С. 215-303.
4. Mastering OpenNebula 3. Andres Lucas Arrivillaga and Ruben S. Montero. Packt Publishing. 2013, С. 107-122.
5. OpenNebula 5.8: Cloud Computing. Omar A. Mendoza. Packt Publishing. 2019, С. 350-400.
6. Cloud Storage Security: A Practical Guide. Aaron Wheeler and Michael Winburn. Apress. 2016. С. 153-200.

7. Cloud Computing with OpenNebula 3. Helion Ventures. Helion Ventures. 2012. С. 50-62.
8. Data Center Handbook. Hwaiyu Geng, Wiley. 2015. С. 704-768.
9. Твердохліб А.О., Коротін Д.С. Ефективність функціонування комп'ютерних систем при використанні технології блокчейн і баз даних. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2022, (6)
10. Цвик О.С. Аналіз і особливості програмного забезпечення для контролю трафіку. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки, 2023, (1)
11. Новіченко Є.О. Актуальні засади створення алгоритмів обробки інформації для логістичних центрів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2023 (1)
12. Зайцев Є.О. Smart засоби визначення аварійних станів у розподільних електричних мережах міст. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2022, (5).
13. OpenNebula 3 Cloud Computing: Leverage the Power of Cloud Computing Using OpenNebula 3. Giovanni Toraldo. Packt Publishing, 2012.
14. OpenNebula // Репозиторій на GitHub. URL: <https://github.com/OpenNebula> (дата звернення 26.04.2023).
15. An experimental study of load balancing of OpenNebula open-source cloud computing platform. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6850733> (дата звернення 26.04.2023).
16. Cloud Computing: Principles and Paradigms. Rajkumar Buyya, James Broberg, and Andrzej Goscinski. John Wiley & Sons, 2011, С. 177-206.
17. Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture. Thomas Erl, Ricardo Puttini, and Zaigham Mahmood. Prentice Hall, 2013, С. 315-346.
18. Cloud Storage Security: A Practical Guide. Aaron Wheeler. CRC Press, 2015, С. 89-120.
19. Cloud Computing: A Hands-On Approach. Arshdeep Bahga and Vijay Madisetti. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014, С. 267-294.
20. Cloud Native: Using Containers, Functions, and Data to Build Next-Generation Applications. Boris Scholl, Trent Swanson, and Peter Jausovec. O'Reilly Media, 2019, С. 99-126.
21. Cloud Computing: From Beginning to End. Ray Rafaels. Addison-Wesley Professional, 2013, С. 173-202.
22. Cloud Computing: Data-Intensive Computing and Scheduling. Lizhe Wang, Rajiv Ranjan, Jinjun Chen, and Boualem Benatallah. CRC Press, 2017, С. 161-194.

#### REFERENCES:

1. Cloud Architecture Design – OpenNebula 6.4.1 Documentation. URL:[https://docs.opennebula.io/6.4/overview/cloud\\_architecture\\_and\\_design/cloud\\_architecture\\_design.html](https://docs.opennebula.io/6.4/overview/cloud_architecture_and_design/cloud_architecture_design.html) (дата звернення 26.04.2023).
2. OpenNebula Overview – OpenNebula 6.6.1 documentation. URL: [https://docs.opennebula.io/6.6/overview/opennebula\\_concepts/opennebula\\_overview.html](https://docs.opennebula.io/6.6/overview/opennebula_concepts/opennebula_overview.html) (дата звернення 26.04.2023).
3. OpenNebula Beginner's Guide. Giovanni Toraldo. Packt Publishing. 2012, P. 215-303.
4. Mastering OpenNebula 3. Andres Lucas Arrivillaga and Ruben S. Montero. Packt Publishing. 2013, P. 107-122.
5. OpenNebula 5.8: Cloud Computing. Omar A. Mendoza. Packt Publishing. 2019, P. 350-400.
6. Cloud Storage Security: A Practical Guide. Aaron Wheeler and Michael Winburn. Apress. 2016. P. 153-200.

7. Cloud Computing with OpenNebula 3. Helion Ventures. Helion Ventures. 2012. P. 50-62.
  8. Data Center Handbook. Hwaiyu Geng, Wiley. 2015. P. 704-768.
  9. Tverdokhlib A.O., Korotin D.S. Efektyvnist funktsionuvannia kompiuternykh system pry vykorystanni tekhnolohii blokchein i baz dannykh. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky, 2022, (6) [in Ukrainian].
  10. Tsvyk O.S. Analiz i osoblyvosti prohramnoho zabezpechennia dlia kontroliu trafiku. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky, 2023, (1) [in Ukrainian].
  11. Novichenko Ye.O. Aktualni zasady stvorennia alhorytmiv obrobky informatsii dlia lohistychnykh tsestriv. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky, 2023 (1) [in Ukrainian].
  12. Zaitsev Ye.O. Smart zasoby vyznachennia avariinykh staniv u rozpodilnykh elektrychnykh merezhakh mist. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky, 2022, (5) [in Ukrainian].
  13. OpenNebula 3 Cloud Computing: Leverage the Power of Cloud Computing Using OpenNebula 3. Giovanni Toraldo. Packt Publishing, 2012.
  14. OpenNebula // Repository on GitHub. URL: <https://github.com/OpenNebula> (дата звернення 26.04.2023).
  15. An experimental study of load balancing of OpenNebula open-source cloud computing platform. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6850733> (дата звернення 26.04.2023).
  16. Cloud Computing: Principles and Paradigms. Rajkumar Buyya, James Broberg, and Andrzej Goscinski. John Wiley & Sons, 2011, P. 177-206.
  17. Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture. Thomas Erl, Ricardo Puttini, and Zaigham Mahmood. Prentice Hall, 2013, P. 315-346.
  18. Cloud Storage Security: A Practical Guide. Aaron Wheeler. CRC Press, 2015, P. 89-120.
  19. Cloud Computing: A Hands-On Approach. Arshdeep Bahga and Vijay Madisetti. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014, P. 267-294.
  20. Cloud Native: Using Containers, Functions, and Data to Build Next-Generation Applications. Boris Scholl, Trent Swanson, and Peter Jausovec. O'Reilly Media, 2019, P. 99-126.
  21. Cloud Computing: From Beginning to End. Ray Rafaels. Addison-Wesley Professional, 2013, P. 173-202.
  22. Cloud Computing: Data-Intensive Computing and Scheduling. Lizhe Wang, Rajiv Ranjan, Jinjun Chen, and Boualem Benatallah. CRC Press, 2017, P. 161-194.
-

УДК 004.056.55

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.2>

## РЕАЛІЗАЦІЯ КРИПТОСТІЙКОГО АЛГОРИТМУ ІЗ ПРОСТОЮ ПРОЦЕДУРОЮ ШИФРУВАННЯ ТА ДЕШИФРУВАННЯ НА ОСНОВІ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ

**Завгородній В. В.** – доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри інформаційних технологій  
Державного університету інфраструктури та технологій  
ORCID ID: 0000-0002-8347-7183

**Завгородня Г. А.** – кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри інформаційних технологій  
Державного університету інфраструктури та технологій  
ORCID ID: 0000-0001-8523-1761

**Березінський Ю. С.** – магістр кафедри інформаційних технологій  
Державного університету інфраструктури та технологій  
ORCID ID: 0009-0001-7745-0080

**Березінська І. П.** – магістр кафедри інформаційних технологій  
Державного університету інфраструктури та технологій  
ORCID ID: 0009-0006-3224-1505

У роботі розглядаються різні методи та переваги застосування криптографічних алгоритмів, що базуються на теорії еліптичних кривих. Також наведені приклади реалізації схем електронно-цифрового підпису, які базуються на цих алгоритмах. Однією з ключових переваг алгоритмів на основі еліптичних кривих є забезпечення високого рівня безпеки при менших розмірах ключів порівняно з іншими криптографічними системами.

У роботі детально розглядається, які саме еліптичні криві можуть бути використані в різних криптографічних схемах. Також наводиться порівняння з іншими алгоритмами, такими як RSA чи DSA, зазначаючи переваги використання еліптичних кривих.

У роботі наведено приклади реалізації схем електронно-цифрового підпису з використанням еліптичних кривих. Електронно-цифровий підпис є важливим механізмом для забезпечення автентифікації та цілісності даних у криптографії, і використання еліптичних кривих може підвищити ефективність та безпеку таких підписів.

Під час тестування було виявлено лінійну залежність часу від кількості запусків алгоритмів. Час виконання алгоритму RSA приблизно дорівнює часу виконання алгоритму DSA. Це пов'язано, в першу чергу, з лінійним запуском алгоритмів. Коли мова йде про схеми, що ґрунтуються на еліптичних кривих, вони дозволяють досягти бажаного рівня безпеки за значно меншою довжиною ключа, ніж у випадку з схемою RSA. При використанні еліптичних кривих можна забезпечити однаковий рівень захисту інформації, використовуючи ключі меншого розміру порівняно з традиційними методами, такими як RSA.

Робота допомагає розібратися з використанням теорії еліптичних кривих у криптографії, надаючи інформацію про різні методи та застосування цих алгоритмів, зокрема у схемах ЕЦП.

**Ключові слова:** еліптичні криві, електронно-цифровий підпис, шифрування, дешифрування, алгоритм, кубика.

**Zavgorodnii V. V., Zavgorodnya A. A., Berezinsky Yu. S., Berezinska I. P. Implementation of a cryptographically strong algorithm with a simple encryption and decryption procedure based on elliptic curves**

The work considers various methods and advantages of using cryptographic algorithms based on the theory of elliptic curves. Examples of implementation of electronic digital signature

schemes based on these algorithms are also given. One of the key advantages of algorithms based on elliptic curves is to provide a high level of security with smaller key sizes compared to other cryptographic systems.

The work examines in detail which elliptic curves can be used in various cryptographic schemes. A comparison with other algorithms such as RSA or DSA is also given, noting the advantages of using elliptic curves.

The paper gives examples of implementation of electronic digital signature schemes using elliptic curves. Digital signatures are an important mechanism for authentication and data integrity in cryptography, and the use of elliptic curves can improve the effectiveness and security of such signatures.

During testing, a linear dependence of time on the number of algorithm runs was revealed. The execution time of the RSA algorithm is approximately equal to the execution time of the DSA algorithm. This is primarily due to the linear launch of the algorithms. When it comes to schemes based on elliptic curves, they allow you to achieve the desired level of security with a much smaller key length than in the case of the RSA scheme. When using elliptic curves, it is possible to provide the same level of information protection by using smaller keys compared to traditional methods such as RSA.

The work helps to understand the use of the theory of elliptic curves in cryptography, providing information on various methods and applications of these algorithms, in particular, in electronic digital signature schemes.

**Key words:** elliptic curves, digital signature, encryption, decryption, algorithm, cubic plane curve.

**Постановка проблеми.** У сучасному світі значення інформації постійно зростає, інформатизація суспільства постійно зростає. Це призводить до необхідності вдосконалити методи та засоби захисту інформації.

До захищених інформаційних систем пред'являються ряд особливих вимог, які впливають з властивостей інформації: конфіденційності, доступності та цілісності. Найбільш популярним методом захисту інформації є використання криптографічних алгоритмів [1].

З метою забезпечення захисту інформації використовуються наступні криптографічні примітиви: симетричні криптосистеми, асиметричні криптосистеми, цифрові підписи, криптографічні хеш-функції та коди перевірки автентичності [2].

Ці методи допомагають забезпечити захист інформації та полегшують безпечний обмін даними в сучасному інформаційному світі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З розвитком фінансової та комерційної сфери діяльності все важливішою стає роль засобів та систем криптографічного захисту інформації [3]. Це зумовлено не лише необхідністю переходу до «електронної основи», а й значним розширенням можливостей передачі, обробки та зберігання інформації в розподілених обчислювальних системах. Використання спеціальних криптографічних протоколів та криптосистем дозволяє здійснювати різноманітні економічні взаємовідносини на відстані, що виключає необхідність особистих зустрічей між учасниками, забезпечуючи при цьому необхідну фінансову та правову дисципліну. Прикладом такої взаємодії є використання електронно-цифрового підпису [4].

Для підвищення криптостійкості алгоритму цифрового підпису рекомендується використовувати алгоритми, засновані на еліптичних кривих.

Еліптичні криві – це криві першого роду з раціональними точками [5]. Раціональні криві (в алгебраїчно замкнутому полі) представляють собою алгебраїчні криві роду 0. Алгебраїчна крива – це геометричне місце (множина) точок на площині, визначене як набір розв'язків многочлена від двох змінних. Зазвичай алгебраїчні криві мають розмірність 1. Такі криві – це алгебраїчні різноманіття, всі підмножини яких складаються з однієї точки [4].

Кожну таку криву можна представити у вигляді кубики без особливостей [6]. Кубика – це плоска крива третього порядку. Всі точки площини, які задовольняють кубічному рівнянню в однорідних координатах на проєктивній площині, складають множину точок кубики  $F(x, y, z) = 0$ .

Еліптична крива виникає в результаті перетину двох конічних перетинів – перетину площини з круговим конусом [7]. Такий перетин є кривою четвертого порядку роду 1 і, отже, є еліптичною кривою, якщо містить хоча б одну раціональну точку. У випадку відсутності раціональної точки, перетин може бути раціональною кривою четвертого порядку з особливостями, або розкладатися на криві меншого порядку.

У сучасній криптографії актуальним є питання підвищення стійкості та зменшення розмірів блоків даних шляхом модифікації вже існуючих криптосистем. Найочевиднішим вирішенням зазначеної проблеми є представлення блоків інформації в криптографічних алгоритмах не лише у вигляді чисел або елементів скінченних полів, але й у вигляді інших алгебраїчних об'єктів більшої складності. Один з відповідних типів таких об'єктів – точки на еліптичних кривих [7].

Спочатку термін «еліптична крива» позначав гладку криву на декартовій площині, що описувалася наступним рівнянням:

$$y^2 + a_1xy + a_3y = x^3 + a_2x^2 + a_4x + a_6 \quad (1)$$

Проте в контексті криптографії, еліптичні криві використовуються для вирішення різних задач, таких як генерація ключів, підписи повідомлень та шифрування даних. Такий підхід дозволяє досягти вищого рівня безпеки та ефективності порівняно з традиційними методами криптографії, що базуються на інших математичних структурах [5].

Якщо всі коефіцієнти і невідомі – дійсні числа, то шляхом заміни змінних рівняння може бути перетворено до більш простого вигляду:

$$y^2 = x^3 + ax + b \quad (2)$$

Еліптичні криві поділяються на два типи: сингулярні та несингулярні.

Для несингулярних еліптичних кривих виконується наступна нерівність:

$$y^2 = x^3 + ax^2 + b \quad (3)$$

Однак для сингулярних кривих ця умова не виконується.

У схемах електронного цифрового підпису не рекомендується використовувати сингулярні криві [4]. Використання таких кривих може значно знизити стійкість схеми електронного цифрового підпису.

Замість цього, бажано використовувати еліптичні криві без особливих точок. Геометрично це означає, що на графіку кривої не повинно бути точок самоперетину чи повернення. Алгебраїчно, це досягається тим, що дискримінант кривої відрізняється від нуля:

$$\Delta = -16(4a^3 + 27b^2) \quad (4)$$

Якщо у еліптичної кривої немає особливих точок і дискримінант дорівнює додатному значенню, то на графіку присутні дві зв'язні компоненти. Якщо у кривої немає особливих точок і дискримінант від'ємний, то на графіку буде присутня лише одна компонента.

**Формулювання цілей статті.** Мета статті – вивчення теорії еліптичних кривих та реалізація достатньо криптостійкого алгоритму з простою процедурою шифрування та дешифрування на основі еліптичних кривих.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо простий підхід до шифрування та дешифрування, використовуючи еліптичні криві. Метою завдання є зашифрування повідомлення  $Mes$ , яке може бути представлено як точка на еліптичній кривій  $Dot_{Mes}(x, y)$ . Аналогічно до обміну ключами, система шифрування та дешифрування використовує параметри еліптичної кривої  $ElCur(a, b)$  та точку  $Point$  на ній. Учасник  $Mem2$  обирає закритий ключ  $ClKey$  та обчислює відкритий ключ  $OpKey = ClKey \times Point$ . Для дешифрування повідомлення  $Dot_{Mes}(x, y)$  використовується відкритий ключ одержувача  $Mem2$ . Учасник  $Mem1$  також обирає випадкове ціле додатне число  $posNum$  та обчислює зашифроване повідомлення  $Enc_{Mes}$ , яке представляє точку  $DotPoint$  на еліптичній кривій  $ElPoint$ :

$$Enc_{Mes} = \{ posNum \times Point, Dot_{Mes} + DotPoint \times ElPoint \} \quad (5)$$

Для дешифрування повідомлення, одержувач  $Mem2$  множить першу координату точки на свій закритий ключ і віднімає результат від другої координати:

$$\begin{aligned} & Dot_{Mes} + posNum \times OpKey - ClKey \times (posNum \times Point) = \\ & = Dot_{Mes} + posNum \times (ClKey \times Point) - ClKey \times (posNum \times Point) = Dot_{Mes} \end{aligned} \quad (6)$$

Наприклад, учасник  $Mem1$  зашифрує повідомлення  $Dot_{Mes}$ , додаючи до нього  $posNum \times OpKey$ . При цьому значення ключа  $posNum$  залишається невідомим, тому ніхто не може його знайти, навіть якщо  $OpKey$  є відкритим ключем. Учаснику  $Mem2$  для відновлення повідомлення необхідно обчислити  $posNum$ . Це завдання дуже складне для обчислення.

Одержувач також не знає ключ  $posNum$ , але може скористатися підказкою  $posNum \times Point$ . Помноживши  $posNum \times Point$  на свій закритий ключ, він отримає значення, яке було додане відправником. Таким чином, одержувач, не знаючи ключа  $posNum$ , але маючи свій закритий ключ, може відновити незашифроване повідомлення.

Для вирішення завдань автентифікації та забезпечення цілісності інформації використовується концепція електронного цифрового підпису (ЕЦП). ЕЦП – це набір методів, що дозволяють перенести властивості рукописного підпису до електронного документообігу. Головною відмінністю цифрового підпису є можливість неодноразового його копіювання, що створює необхідність вирішувати дану задачу математичними методами [6].

Існує безліч варіантів реалізації електронно-цифрового підпису, але найбільш відомими є алгоритми  $RSA$  (*Rivest, Shamir, Adleman*) та  $DSA$  (*Digital Signature Algorithm*). Розглянемо схему формування ЕЦП на їх основі.

Схема формування ЕЦП на основі алгоритму  $RSA$  включає такі кроки:

1. Генерація ключів:

Крок 1: Вибір двох великих простих чисел  $p$  та  $q$ .

Крок 2: Обчислення добутку  $n = p \times q$ . Це буде модуль для відкритого та закритого ключів.

Крок 3: Обчислення функції Ейлера для  $n$ :  $\phi(n) = (p-1) \times (q-1)$ .

Крок 4: Вибір відкритої експоненти  $e$ , такої, що  $1 < e < \phi(n)$  та  $e$  взаємно просте з  $\phi(n)$ . Зазвичай обирають значення  $e = 65537$ .



Крок 5: Обчислення закритої експоненти  $d$ , оберненої до  $e$  за модулем  $\varphi(n)$ , тобто  $d \equiv e^{-1} \pmod{\varphi(n)}$ . Це можна зробити за допомогою розширеного алгоритму Евкліда.

## 2. Формування ЕЦП:

Нехай у нас є повідомлення  $Mes$ , яке потрібно підписати за допомогою закритого ключа  $(d, n)$ . ЕЦП формується наступним чином:

Крок 1: Обчислення хеш-значення повідомлення  $Mes$  з використанням хеш-функції (наприклад, SHA-256). Нехай  $H(Mes)$  – це хеш-значення.

Крок 2: Шифрування хеш-значення за допомогою закритого ключа:  $S = (H(Mes))^d \pmod{n}$ . Отримане значення  $S$  і буде ЕЦП для повідомлення  $Mes$ .

## 3. Перевірка ЕЦП:

Для перевірки ЕЦП отримувачем з використанням відкритого ключа  $(e, n)$  виконуються наступні кроки:

Крок 1: Отримання ЕЦП  $S$  та початкового повідомлення  $Mes$ .

Крок 2: Обчислення хеш-значення повідомлення  $Mes$ :  $H(Mes)$ .

Крок 3: Розшифрування ЕЦП за допомогою відкритого ключа:  $S^e \pmod{n}$ .

Крок 4: Порівняння отриманого розшифрованого значення з хеш-значенням  $H(Mes)$ . Якщо вони співпадають, то ЕЦП вважається вірним.

Алгоритм *RSA* має обмеження на розмір ключів, і для забезпечення безпеки ключі повинні бути достатньо великими (розміром 2048 біт і більше). Також важливо звертатися до перевірених бібліотек та програмних реалізацій *RSA*, щоб уникнути можливих вразливостей.

Схема формування ЕЦП на основі алгоритму *DSA* включає такі кроки:

## 1. Генерація ключів:

Крок 1: Генерація параметрів *DSA*:

– Обирається просте число  $q$ , яке буде використовуватись як порядок підгрупи групи точок еліптичної кривої (для більш безпечних варіантів алгоритму) або як модуль для обчислення  $p = k \times q + 1$ .

– Обирається просте число  $p$ , яке визначає порядок групи точок еліптичної кривої.

– Обирається ціле число  $g$ , яке є генератором групи точок еліптичної кривої.

Крок 2: Генерація ключів:

– Обирається випадкове ціле число  $x$  (закритий ключ) з інтервалу  $[1, q - 1]$ .

– Обчислюється відкритий ключ  $y$  як  $y = g^x \pmod{p}$ .

## 2. Підписування повідомлення:

Припустимо, що у нас є повідомлення  $Mes$ , яке потрібно підписати.

Крок 1: Обирається випадкове ціле число  $k$  з інтервалу  $[1, q - 1]$ .

Крок 2: Обчислюється точка еліптичної кривої  $r$  як  $r = (g^k \pmod{p}) \pmod{q}$ .

Крок 3: Обчислюється  $s$  як  $s = (k^{-1} \times (H(Mes) + x \times r)) \pmod{q}$ , де  $H(Mes)$  – хеш повідомлення  $Mes$  (зазвичай використовується хеш-функція, наприклад, SHA-256).

Крок 4: Пара значень  $(r, s)$  представляє ЕЦП для повідомлення  $Mes$ .

## 3. Перевірка ЕЦП:

Для перевірки підпису потрібний відкритий ключ отримувача  $y$ , повідомлення  $Mes$  та пара значень  $(r, s)$  ЕЦП.

Крок 1: Обчислюється хеш повідомлення  $H(Mes)$ .

Крок 2: Обчислюється  $w$  як  $w = s^{-1} \pmod{q}$ .

Крок 3: Обчислюється  $u_1$  як  $u_1 = (H(Mes) \times w) \bmod q$ , а  $u_2 = (r \times w) \bmod q$ .

Крок 4: Обчислюється точка еліптичної кривої  $v$  як  $v = ((g^{u_1} \times y^{u_2}) \bmod p) \bmod q$ .

Крок 5: Якщо  $v$  дорівнює  $r$ , підпис вважається правильним, інакше він вважається недійсним.

Безпека алгоритму *DSA* тісно пов'язана з правильним вибором параметрів  $q$ ,  $p$  та  $g$ , а також з правильною генерацією випадкових чисел  $k$  та  $x$ . Будь-які порушення або помилки на цих етапах можуть призвести до компрометації підпису та загрози безпеці даних.

Для реалізації алгоритмів була обрана мова програмування *Python*. Алгоритми бібліотеки *pygost* мови програмування *Python* базуються на еліптичних кривих.

Для тестування програмного продукту був обраний інструмент *Unittest*. Це стандартний модуль для написання юніт-тестів на *Python*. *Unittest* є портом *JUnit* з *Java*. Іншими словами, як у кодї модуля, так і при написанні тестів легко прослідковується об'єктно-орієнтований стиль програмування, що дуже зручно для тестування процедур і класів [8].

Для порівняння часу виконання алгоритмів *RSA* і *DSA* був побудований графік часу виконання алгоритмів (рис. 1). В якості вихідних даних використовувались результати тестування виконання алгоритмів. Алгоритми запускалися в одному потоці по одному процесу. Кількість запусків алгоритму збільшувалась з кожним кроком на 100.

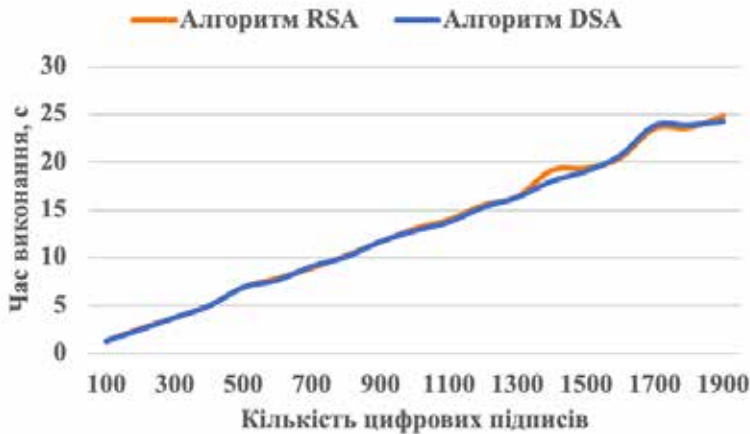


Рис. 1. Графік часу виконання алгоритмів

За результатами тестування була сформована таблиця порівняння алгоритмів електронно-цифрового підпису (табл. 1).

За результатами тестування очевидна лінійна залежність часу виконання від кількості запусків алгоритму. Зі збільшенням кількості запусків зростає час виконання. Також можна помітити, що час виконання алгоритму *RSA* приблизно дорівнює часу виконання алгоритму *DSA*. Це пов'язано, перш за все, з швидкістю байт-коду *Python*.

Таблиця 1

## Порівняння алгоритмів електронно-цифрового підпису

Кількість цифрових підписів	Алгоритм <i>RSA</i> , с	Алгоритм <i>DSA</i> , с
100	1,25	1,27
200	2,56	2,46
300	3,7	3,72
400	4,96	4,94
500	6,88	6,88
600	7,82	7,63
700	8,91	9,09
800	10,2	10,08
900	11,64	11,66
1000	13,02	12,8
1100	13,97	13,71
1200	15,5	15,27
1300	16,38	16,31
1400	19,16	17,98
1500	19,38	19,04
1600	20,46	20,69
1700	23,53	23,82
1800	23,61	23,87
1900	24,84	24,25

**Висновки.** У даній роботі викладено базові поняття теорії еліптичних кривих, необхідні для реалізації криптографічних протоколів. Розглянуті алгоритми шифрування *RSA*, *DSA* та алгоритми створення електронно-цифрового підпису з використанням еліптичних кривих. Результатом цієї роботи стали приклади реалізації схеми ЕЦП *RSA* та *DSA* на мові *Python*. Ці алгоритми реалізовані достатньо криптистійко з простою процедурою шифрування та дешифрування.

На основі проведеної роботи можна виділити основні переваги еліптичної криптографії: у криптографії, що базується на еліптичних кривих, довжина ключа значно менша порівняно з іншими алгоритмами асиметричної криптографії. Еліптичні алгоритми працюють набагато швидше, ніж класичні. Це можна пояснити розміром ключа та використанням структури бінарного скінченного поля. Завдяки малій довжині ключа та високій швидкості роботи, алгоритми на еліптичних кривих можуть застосовуватись у сім-картах та інших пристроях із обмеженими обчислювальними ресурсами. В результаті аналізу алгоритмів вирішення задачі дискретного логарифмування було виявлено, що зламати алгоритм шифрування на основі еліптичних кривих досить складно, якщо підібрані правильні параметри. До недоліків можна віднести проблему вибору відповідної еліптичної кривої та проблему, пов'язану з генерацією ключів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Timothy P. Layton. Information Security. *Auerbach Publications*. 2016. P. 264. ISBN 9781420013412

2. John R. Vacca. Computer and Information Security handbook. *Morgan Kaufmann*. 2017. eBook ISBN 9780128039298
3. Ali Evren Göksungur. Electronic Signature and Electronic Document Management Systems. *Scholars' Press*. 2018. P. 56. ISBN 9783330652200
4. Elaine Barker, Lily Chen, Allen Roginsky, Miles Smid. Recommendation for Pair-Wise Key Establishment Schemes Using Discrete Logarithm Cryptography. *National Institute of Standards and Technology*, 2013. ISBN 1495447502.
5. Avani Shah, Vinayak Bharadi. Online Signature Recognition Using Sectorization of Complex Plane. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. 2014. P. 104. ISBN 9783659594199
6. Nivethaa Shree, Latha Parthiban. Elliptic Curve Cryptography for Digital Signature Authentication. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. 2013. P. 60. ISBN 9783659263958
7. Martin Krisell. Elliptic Curve Digital Signatures in RSA Hardware. *Scholars' Press*. 2013. P. 108. ISBN 9783639511826
8. Fabrizio Romano, Heinrich Kruger. Learn Python Programming. *Packt Publishing*. 2023. P. 552. ISBN 9781801815529

#### REFERENCES:

1. Timothy P. Layton. (2016) Information Security. *Auerbach Publications*. P. 264. ISBN 9781420013412
  2. John R. Vacca. (2017) Computer and Information Security handbook. *Morgan Kaufmann*. eBook ISBN 9780128039298
  3. Ali Evren Göksungur. (2018) Electronic Signature and Electronic Document Management Systems. *Scholars' Press*. P.56. ISBN 9783330652200
  4. Elaine Barker, Lily Chen, Allen Roginsky, Miles Smid. (2013) Recommendation for Pair-Wise Key Establishment Schemes Using Discrete Logarithm Cryptography. *National Institute of Standards and Technology*. ISBN 1495447502.
  5. Avani Shah, Vinayak Bharadi. (2014) Online Signature Recognition Using Sectorization of Complex Plane. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. P. 104. ISBN 9783659594199
  6. Nivethaa Shree, Latha Parthiban. (2013) Elliptic Curve Cryptography for Digital Signature Authentication. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. P. 60. ISBN 9783659263958
  7. Martin Krisell. (2013) Elliptic Curve Digital Signatures in RSA Hardware. *Scholars' Press*. P. 108. ISBN 9783639511826
  8. Fabrizio Romano, Heinrich Kruger. (2023) Learn Python Programming. *Packt Publishing*. P. 552. ISBN 9781801815529
-

УДК 004.02

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.3>

## МОДИФІКАЦІЯ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОГО ПОШУКУ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ТАБЛИЦІ ПОДІБНОСТІ СИМВОЛІВ

**Клещ К. О.** – асистент та аспірант кафедри системного проектування,  
інституту прикладного системного аналізу  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ORCID ID: 0009-0006-8133-3086

**Царьов М. О.** – бакалавр кафедри системного проектування,  
інституту прикладного системного аналізу  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ORCID ID: 0009-0007-1092-4791

Об'єктом дослідження є алгоритм нечіткого пошуку на основі відстані Дамерау-Левенштейна та таблиці подібності символів. У роботі було досліджено, проаналізовано та надано рекомендації, як саме можна інтегрувати потужності таблиці подібності символів з алгоритмом нечіткого пошуку Дамерау-Левенштейна. Дослідження алгоритмів нечіткого пошуку в тексті є важливою темою в галузі інформаційного пошуку та обробки тексту. Це обумовлено зростаючим обсягом інформації і ймовірністю помилок через вплив людського фактора під час написання тексту. Нечіткий пошук використовує алгоритми для пошуку даних в тексті, які приблизно відповідають шаблону. Це досягається шляхом порівняння та зіставлення рядків або ключових слів, які можуть бути схожими, але не ідентичними. Для нечіткого пошуку можна використати таблицю подібності символів, яка допомагає з'ясувати міру подібності пари символів. Послугуючи алгоритм нечіткого пошуку з таблицею подібності, можна досягти більш точного та індивідуального доступу до великого обсягу інформації, яка зберігається у текстовому форматі.

В роботі було проведено порівняльний аналіз ефективності та коректності результатів алгоритмів нечіткого пошуку з використанням таблиці і без її використання, а також алгоритму точного пошуку. Використання таблиці подібності покращує отримані результати, особливо при використанні мов зі спеціальними символами. Це дозволяє знаходити значно більше релевантних результатів, проте швидкодія алгоритму зменшується. Отримані результати могли б стати важливим внеском у вдосконалення пошукових систем. Це дозволило б користувачам знаходити відповідні документи навіть при наявності орфографічних помилок, синонімів, скорочень або інших форм неточностей у запиті. Підхід з використанням таблиці подібності символів міг би бути використаний у системах для перевірки орфографії та автоматичної корекції, системах автопропозицій та автозавершення, а також у реалізації функцій з виявлення плагіату та дублікатів даних.

**Ключові слова:** нечіткий пошук, таблиця подібності символів, алгоритм Дамерау-Левенштейна, обробка текстових даних, відстань редагування.

**Kleshch K. O., Tsarov M. O. Modification of the fuzzy search algorithms to use a symbols similarity table**

The object of the research is a fuzzy search algorithm based on the Damerau-Levenshtein distance and a symbols similarity table. The work involved investigating, analyzing, and providing recommendations on how to integrate the capabilities of the symbols similarity table with the Damerau-Levenshtein fuzzy search algorithm. Researching of the fuzzy search algorithms in text is an important topic in the field of information retrieval and text processing. This is driven by the increasing volume of the information and the likelihood of errors due to the human factors during text composition. Fuzzy search utilizes algorithms to find data in the text that matches patterns approximately. This is achieved by comparing and matching strings or keywords that

*may be similar but not identical. A symbols similarity table can be employed for fuzzy search that helps in determining the degree of similarity between pairs of characters. By combining the fuzzy search algorithm with the symbols similarity table, more accurate and personalized access to a large volume of the text-based information can be achieved.*

*The study conducted a comparative analysis of the effectiveness and correctness of the fuzzy search algorithms with and without the using of a symbols similarity table, as well as an exact search algorithm. The using of the symbols similarity table improves the obtained results, especially when there are languages featuring special characters. This allows to find finding significantly more relevant results, although the speed of the algorithm decreases. The obtained results could contribute significantly to the enhancement of the search systems. This could enable users to find relevant documents even in the presence of spelling errors, synonyms, abbreviations, or other forms of inaccuracies at the query. The approach of the utilizing a symbols similarity table could be used in systems for spelling checking and automatic correction, auto-suggestion and auto-completion systems, as well as into the implementing functions of the plagiarism detection and data duplicates.*

**Keywords:** *fuzzy search, symbol similarity table, Damerau-Levenstein algorithm, text data processing, editing distance.*

**Вступ.** Алгоритми нечіткого пошуку потрібні для пошуку приблизних результатів для заданого шаблону в тексті, навіть якщо точної відповіді в наборі даних немає. Алгоритм Дамерау-Левенштейна – один з найбільш популярних алгоритмів нечіткого пошуку. Головна ідея полягає у визначенні відстані редагування між кожним словом в початковому тексті та заданим рядком, який називається пошуковим словом або зразком [1], використовуючи метрику Дамерау-Левенштейна. Відстань Дамерау-Левенштейна показує відмінність між двома послідовностями символів та обчислюється як мінімальна кількість операцій: вставок, видалень, заміни та транспозицій (перестановок сусідніх символів), необхідних для перетворення однієї послідовності на іншу [2]. Відстань Дамерау-Левенштейна є модифікацією класичної відстані Левенштейна. До трьох стандартних операцій додана операція транспозиції. Дамерау обґрунтував свій підхід у роботі [3], де він стверджує, що понад 80% орфографічних помилок в інформаційно-пошукових системах були вчинені саме через один із чотирьох типів помилок. Для обчислення відстані Дамерау-Левенштейна часто застосовується алгоритм динамічного програмування. Для цього створюється і заповнюється матриця розміром  $(n + 1) * (m + 1)$ , де  $n$  і  $m$  – довжини порівнюваних рядків. Вартість чотирьох наведених операцій вважається однаковою і дорівнює одиниці. Проте при реалізації алгоритму це можна змінити, що і буде реалізовано за допомогою таблиці подібності символів. Недоліком використання лише відстані Дамерау-Левенштейна для пошуку в тексті є те, що даний алгоритм не враховує семантику або контекст тексту, що може призводити до неточних результатів [4]. Наприклад, під час пошуку слова “tree” з відстанню редагування 1, може знайтись результат “free”, що не підходить за контекстом.

Алгоритм нечіткого пошуку з використанням таблиці подібності є модифікацією алгоритму Дамерау-Левенштейна, в якому для порівняння міри подібності символів використовується ця таблиця. Даний алгоритм враховує як і візуальну та семантичну подібність окремих символів, так і операції вставки, видалення, заміни і транспозиції для вимірювання загальної подібності між рядками.

В рамках дослідження розглядалась задача пошуку слів серед великого обсягу текстових даних з використанням таблиці подібності символів. Яка дозволить коректніше знаходити результати пошуку для семантично подібних символів або тих, що розташовані поряд на клавіатурі, за рахунок зменшення ціни такої похибки. Головною метою роботи було створити та впровадити таблицю подібності

символів в алгоритм нечіткого пошуку на основі відстані Дамерау-Левенштейна. А також провести заміри швидкодії та повноти результатів для алгоритмів нечіткого пошуку з використанням такої таблиці та без неї. Це дасть змогу покращити використання алгоритмів нечіткого пошуку, особливо для мов зі спеціальними символами.

**Реалізація таблиці подібності символів.** Таблиця подібності символів, також відома як таблиця відображення символів, є довідковою таблицею, яка чисельно визначає подібність між символами. Завдяки ній можна визначити міру подібності символів з різних мов чи просто візуально подібних символів [5]. Мета таблиці подібності символів полягає в тому, що вона є важливим інструментом для транслітерації, транскрипції та конвертації між різними системами письма. Найбільш поширеною структурою таблиці подібності символів є матриця, де кожен рядок і стовпець відповідають символам, а в комірках матриці зберігається оцінка подібності між відповідними парами символів [6]. Оцінка подібності може вказувати на те, наскільки близькими є два символи за їхньою формою, звуком або іншими характеристиками. Значення в таблиці подібності варіюються від 0 до 1, де 1 означає відсутність подібності, а 0 – ідеальний збіг [7]. Така таблиця повинна бути симетричною, оскільки подібність між символом “a” і символом “b” така ж, як між символом “b” і символом “a”. Формулу для модифікованого алгоритму Дамерау-Левенштейна можна побачити на рис. 1, де  $compareCharCost(a, b)$  – міра подібності між символами “a” та “b”, яку можна отримати з таблиці подібності.

$$d_{a,b}(i, j) = \min \begin{cases} 0 & \text{if } i = j = 0, \\ d_{a,b}(i - 1, j) + 1 & \text{if } i > 0, \\ d_{a,b}(i, j - 1) + 1 & \text{if } j > 0, \\ d_{a,b}(i - 1, j - 1) + compareCharCost & \text{if } i, j > 0, \\ d_{a,b}(i - 2, j - 2) + 1 & \text{if } i, j > 1 \text{ and } a_i = b_{j-1} \text{ and } a_{i-1} = b_j \end{cases}$$

Рис. 1. Формула модифікованого алгоритму Дамерау-Левенштейна

Класична структура таблиці подібності на основі матриці не підійшла через погану швидкодію. Така таблиця була не оптимальною з точки зору обсягів пам'яті для її зберігання, а також асимптотичної складності перевірки подібності між двома символами [8]. Тому в рамках роботи була створена інша таблиця подібності, структура якої зображена на рис. 2. Дана таблиця складається з двох словників. В першому словнику ключем є символ, для якого потрібно знайти йому подібні символи, а значенням – другий словник. В другому словнику ключем є символи, подібні до ключа з першого словника, а значенням ціна їх подібності. Дана структура буде зберігати властивість симетричності, не дивлячись на те, що це призведе до зберігання дублікатів даних. Асимптотична складність знаходження символу у даній структурі буде амортизовано константною  $O(1)$  [9].

Для прикладу розглянемо деякі подібні символи до англійської літери “a”:

1. “A” – та сама літера, але велика
2. “ä” – схожий символ, проте з іншої мови
3. “s” – літера поруч на клавіатурі

Реалізована таблиця подібності буде складатися з трьох різних категорій подібності символів.

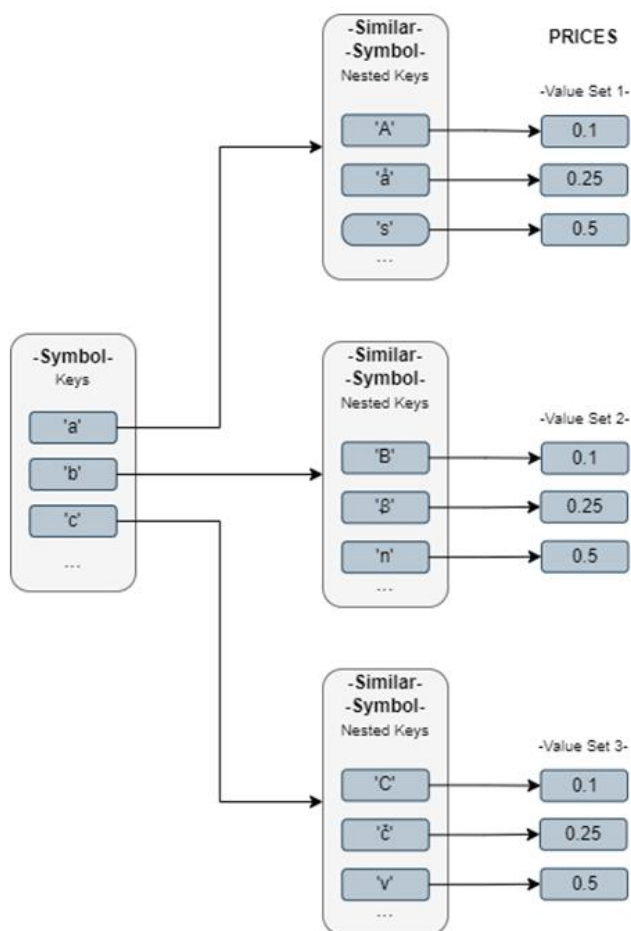


Рис. 2. Структура таблиці подібності символів

### 1) Семантично подібні символи

В дану категорію будуть входити семантично схожі символи з різних мов. За основу було взято джерело [10]. Оскільки це електронний ресурс, то для побудови таблиці подібності найлегше та найефективніше його проаналізувати буде за допомогою мови програмування Python. Саму таблицю подібності можна зберегти в форматі JSON, оскільки завдяки цьому можна легко серіалізувати дані таблиці, а потім легко десеріалізувати.

### 2) Символи, які поруч на клавіатурі

Дана категорія подібних символів буде містити можливі друкарські помилки для англійського алфавіту. Кожна група подібних символів в даній категорії буде складатися з символу та всіх можливих помилок, а саме : всіх оточуючих символів на клавіатурі.

### 3) Візуально подібні символи

Цю категорію символів потрібно заповнювати вручну, задалегідь прописавши в таблицю всі візуально подібні символи. До візуально подібних можна,



наприклад, віднести наступну пару символів “l”, “l” (одиниця та англійська маленька літера “l”).

**Результати та їх обговорення.** Тестування алгоритму нечіткого пошуку з використанням таблиці подібності можна розділити на дві категорії: тестування таблиці подібності та тестування обчислення відстані редагування. Для проведення тестування розробленого алгоритму було обрано одну з найпопулярніших бібліотек GoogleTest. GoogleTest – фреймворк тестування для мови C++, який розроблено командою Testing Technology з урахуванням конкретних вимог і обмежень Google [11]. Розглянемо тестування правильності роботи таблиці подібності. Для цього заздалегідь пропишемо значення подібності для всіх пар символів, які тестуються. Після цього потрібно перевірити, чи повертає таблиця подібності очікувані значення для всіх пар символів. Для тестування обчислення відстані редагування також було розроблено тест, який перевіряє роботу алгоритму Дамерау-Левенштейна з таблицею подібності. В даному тесті перевіряється можливі випадки пар слів для обчислення їхньої відстані редагування. Для перевірки правильності роботи функції всі розрахунки відстані Дамерау-Левенштейна було проведено вручну та звірено з результатами функції. Для прикладу пара слів “anthropology” та “anthropolögy”. В другому слові маємо дві помилки – перша пропуск символу “r”, друга – заміна літери “o” на літеру з іншої мови. В результаті, ціна перетворення другого слова на перше дорівнює 1.25, що і повинна повернути функція.

В якості фінального тесту перевіriamo кількість результатів які повертають різні алгоритми пошуку: Дамерау-Левенштейна з таблицею, Дамерау-Левенштейна без таблиці і звичайний чіткий алгоритм пошуку. Для цього підготуємо великий набір текстових даних перекладених на 3 різні мови, а саме: англійську, німецьку та чеську. І будемо дивитись на кількість результатів для різних пошукових слів з різними типами помилок. Результати такого тестування зображено для чеської мови на рис. 3., для німецької мови – на рис. 4., та для англійської мови – на рис. 5.

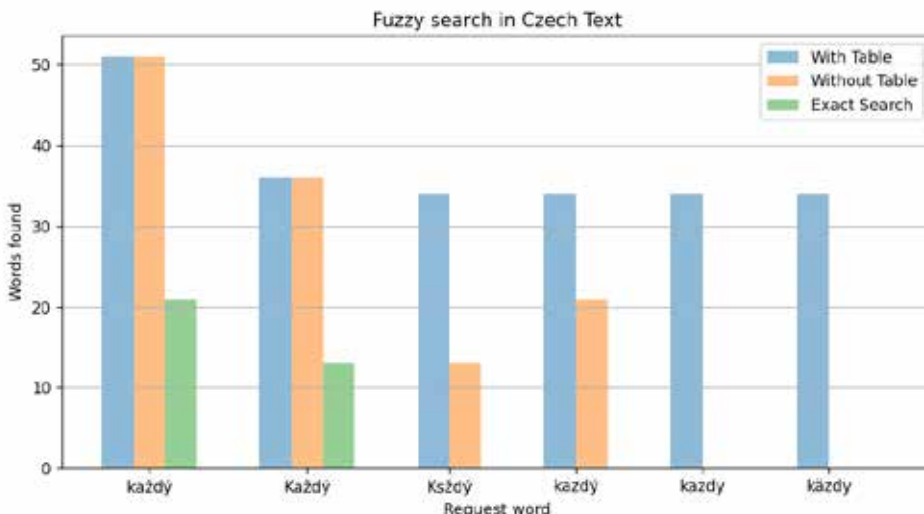


Рис. 3. Результати фінального тестування для чеської мови

По х-осі на даних гістограмах зображені різні пошукові запити, а по осі у – кількість знайдених слів. Дивлячись на дані гістограми, можна дійти висновку, що при слові, яке не має жодної модифікації, обидва алгоритми показують однаковий результат. Проте, коли ми змінюємо пошуковий запит, нечіткий пошук з використанням таблиці показує значно кращий результат, ніж алгоритм без таблиці. При цьому алгоритм чіткого пошуку знаходить на порядок менше слів, а при допущенні декількох помилок взагалі видає 0 релевантних результатів. Також можна сказати, що чим більше змінених символів у слові, тим меншу кількість слів можна знайти.

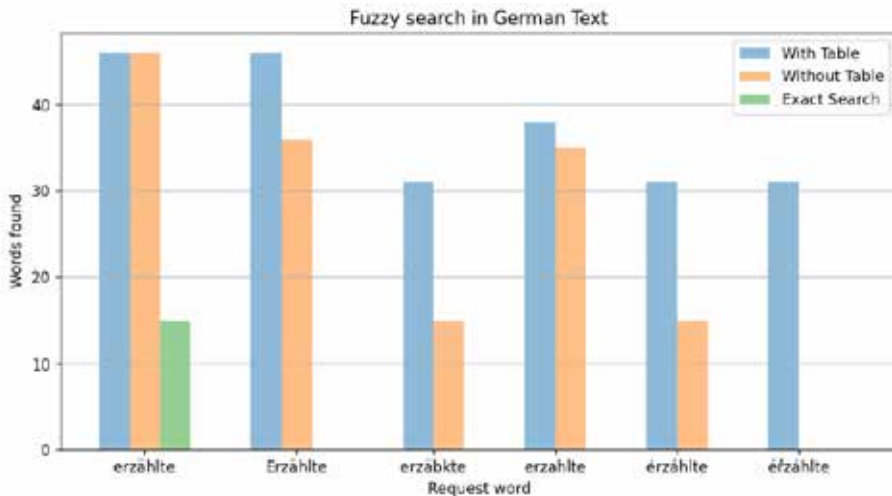


Рис. 4. Результати фінального тестування для німецької мови

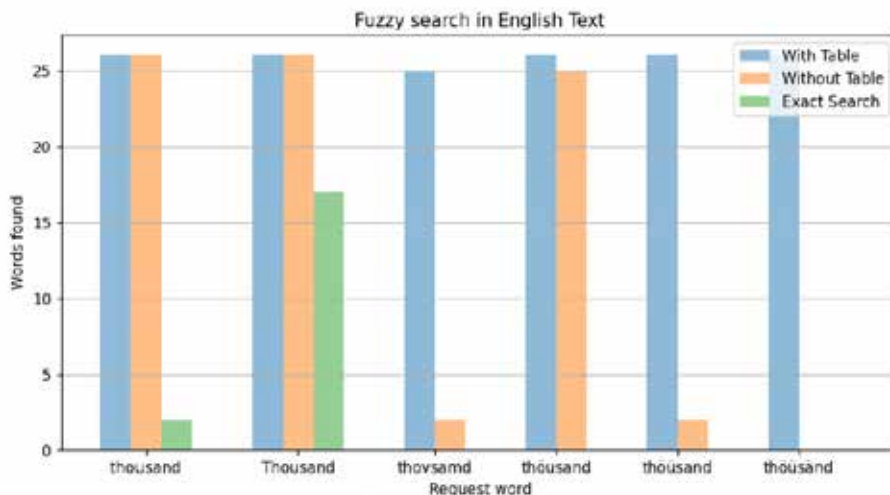


Рис. 5. Результати фінального тестування для англійської мови

Тест швидкодії показав, що використання таблиці подібності зменшує продуктивність алгоритму на 10-20% в залежності від довжини пошукового слова. Це спричинено тим, що потрібно робити додаткові запити в таблицю подібності для кожної пари символів. Проте значно більша кількість знайдених релевантних результатів компенсує цей недолік.

**Висновки.** Жоден з існуючих алгоритмів нечіткого пошуку не враховує можливу семантичну подібність символів в словах. Таблиця подібності символів виявилася ефективним рішенням для вирішення цієї проблеми, фіксуючи можливі семантичні та інші подібності між символами. Оцінюючи подібності на основі різних критеріїв, таких як: форма, контекст і фонетика, таблиця подібності символів дозволила модифікувати алгоритм нечіткого пошуку, який зміг би ідентифікувати та ранжувати відповідні результати навіть за наявності помилок у вхідному запиті чи тексті, в якому відбувається пошук.

В рамках дослідження було модифіковано алгоритм Дамерау-Левенштейна, додавши до розрахунку відстані редагування між словами, можливість отримати міру схожості символів з таблиці подібності. Для реалізації такого підходу було створено саму таблицю подібності та реалізовано модифікований алгоритм Дамерау-Левенштейна.

В якості тестування між собою порівнювались 3 різні алгоритми пошуку з точки зору швидкодії та кількості знайдених релевантних результатів. А саме: алгоритм Дамерау-Левенштейна з таблицею подібності, без таблиці та класичний алгоритм чіткого пошуку. Аналіз було здійснено на великому наборі тестових даних 3 різними мовами. Перший алгоритм показує значно кращі результати нечіткого пошуку за знаходженням релевантних результатів, проте другий виконує пошук на такому ж наборі даних в середньому на 10-20% швидше. При цьому алгоритм чіткого пошуку показав низькі результати при внесенні певних помилок в пошукові слова чи в текст.

Загалом, порівнюючи ці алгоритми, можна дійти висновку, що нечіткий пошук з використанням таблиці подібності слід використовувати, коли для користувача більш важливі результати пошуку. А пошук без таблиці слід використовувати, коли користувачу важлива саме швидкість обчислення. Водночас чіткий пошук найкраще підходить для задачі пошуку зразка в тексті при відсутності помилок різних типів.

В якості перспективи розвитку алгоритму нечіткого пошуку в тексті з використанням таблиці подібності можна створити функціонал індексування текстових даних, наприклад, використовуючи ВК-дерева. Це дозволить збільшити швидкість нечіткого пошуку з використанням таблиці.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. М. В. Михайлова. Порівняння алгоритмів нечіткого пошуку в текстах українською мовою: *Радіоелектроніка, інформатика, управління*, 2007, 80 с.
2. Відстань Дамерау-Левенштейна [Електронний ресурс]. <https://www.geeksforgeeks.org/damerau-levenshtein-distance/>
3. Fred J. Damerau. A Technique for Computer Detection and Correction of Spelling Errors : *Communications of the ACM*, 1964, с. 171 – 176.
4. Gonzalo N. A guided tour to approximate string matching / Navarro Gonzalo. // *Association for Computing Machinery*. – 2001.
5. J. P. Carvalho and L. Coheur, "Introducing UWS – A fuzzy based word similarity function with good discrimination capability: Preliminary results," *2013 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Hyderabad, India, 2013, pp. 1-8.

6. H. Ayseldeen, A. E. Hassanien and A. A. Fahmy, "Lexical similarity using fuzzy Euclidean distance," *2014 International Conference on Engineering and Technology (ICET)*, Cairo, Egypt, 2014, pp. 1-6.
7. Mihov S. Fast Approximate Search in Large Dictionaries / S. Mihov, K. Schulz. // *Computational Linguistics*. – 2004.
8. Yu, M., Li, G., Deng, D. et al. String similarity search and join: a survey. *Front. Comput. Sci.* 10, 399–417 (2016).
9. Вступ в алгоритми, 4 видання / [Т. Кормен, Р. Рівест]., 2022. – 1312 с.
10. Fancy Letters [Електронний ресурс]. <https://symb1.cc/en/collections/fancy-letters/>
11. Посібник користувача Google Benchmar [Електронний ресурс]. [https://github.com/google/benchmark/blob/main/docs/user\\_guide.md#runtime-and-reporting-considerations](https://github.com/google/benchmark/blob/main/docs/user_guide.md#runtime-and-reporting-considerations)

### REFERENCES:

1. M. V. Mykhailova. Comparison of fuzzy search algorithms in Ukrainian texts: Radio electronics, computer science, management, 2007, 80 s.
  2. Damerau–Levenshtein distance. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/damerau-levenshtein-distance/>
  3. Fred J. Damerau. A Technique for Computer Detection and Correction of Spelling Errors : Communications of the ACM, 1964, с. 171 – 176.
  4. Gonzalo N. A guided tour to approximate string matching / Navarro Gonzalo. // *Association for Computing Machinery*. – 2001.
  5. J. P. Carvalho and L. Coheur, "Introducing UWS – A fuzzy based word similarity function with good discrimination capability: Preliminary results," *2013 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Hyderabad, India, 2013, pp. 1-8.
  6. H. Ayseldeen, A. E. Hassanien and A. A. Fahmy, "Lexical similarity using fuzzy Euclidean distance," *2014 International Conference on Engineering and Technology (ICET)*, Cairo, Egypt, 2014, pp. 1-6.
  7. Mihov S. Fast Approximate Search in Large Dictionaries / S. Mihov, K. Schulz. // *Computational Linguistics*. – 2004.
  8. Yu, M., Li, G., Deng, D. et al. String similarity search and join: a survey. *Front. Comput. Sci.* 10, 399–417 (2016).
  9. Introduction to Algorithms, fourth edition / [T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest]., 2022. – 1312 с.
  10. Fancy Letters. URL: <https://symb1.cc/en/collections/fancy-letters/>
  11. Google Benchmar User Guide. URL: [https://github.com/google/benchmark/blob/main/docs/user\\_guide.md#runtime-and-reporting-considerations](https://github.com/google/benchmark/blob/main/docs/user_guide.md#runtime-and-reporting-considerations)
-

УДК 004.031.43

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.4>

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМИ АГЕНТАМИ

**Яровий О. В.** – начальник навчального відділу  
Інституту спеціального зв'язку та захисту інформації  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ORCID ID: 0000-0002-3889-5730

**Завгородній В. В.** – доктор технічних наук, професор,  
доцент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ORCID ID: 0000-0002-8347-7183

В даній роботі розглядається кілька видів систем управління, кожна з яких має свої особливості у побудові, управлінні та функціонуванні. Щоб уточнити поняття системи управління в даному дослідженні, ми визначимо її як сукупність мобільних агентів, включаючи центральні та вузлові мобільні агенти, які взаємодіють між собою. Вони передають сигнали, команди та інформацію одне одному та об'єднуються для виконання складних завдань.

У даній статті була запропонована структурна схема системи управління мобільними агентами, яка розкриває ключові аспекти організації та функціонування системи. Розглянувши компоненти цієї схеми більш детально, можна сформулювати додаткові висновки та ідеї. Загалом, запропонована структурна схема системи управління мобільними агентами розкриває різнобічний підхід до розв'язання завдань у сфері автономних систем. Її компоненти взаємодіють між собою, утворюючи цілісний механізм, який може бути використаний для оптимізації різноманітних завдань та досягнення високого рівня ефективності системи управління мобільними агентами.

На підставі проведених досліджень та розробки функціональних характеристик мобільного агента було реалізовано його структурну схему, що включає в себе кілька ключових блоків. Ці блоки допомагають забезпечити оптимальну функціональність та ефективність роботи мобільного агента в різних умовах та сценаріях використання. Узагальнюючи, розроблена структурна схема мобільного агента відображає важливі компоненти та функції, необхідні для його оптимальної роботи. Ця схема стане основою для подальших досліджень та вдосконалення системи мобільних агентів з метою забезпечення ще більшої ефективності та здатності адаптуватися до різних умов використання.

**Ключові слова:** мобільний агент, система управління, моніторинг, утиліти, показник якості обслуговування.

### **Yaroviy O. V., Zavgorodniy V. V. Development of mobile agents management system**

This paper considers several types of control systems, each of which has its own peculiarities in construction, management and functioning. To clarify the concept of a control system in this study, we define it as a set of mobile agents, including central and nodal mobile agents that interact with each other. They transmit signals, commands and information to each other and combine to perform complex tasks.

In this article, a structural diagram of the mobile agent management system was proposed, which reveals the key aspects of the organization and functioning of the system. Having considered the components of this scheme in more detail, it is possible to formulate additional conclusions and ideas. In general, the proposed structural scheme of the mobile agent management system reveals a versatile approach to solving tasks in the field of autonomous systems. Its components interact with each other, forming a holistic mechanism that can be used to optimize various tasks and achieve a high level of efficiency of the mobile agent management system.

On the basis of the conducted research and development of the functional characteristics of the mobile agent, its structural scheme, which includes several key blocks, was implemented.

*These blocks help ensure optimal functionality and efficiency of the mobile agent in various conditions and usage scenarios. Summarizing, the developed structural diagram of the mobile agent reflects the important components and functions necessary for its optimal operation. This scheme will be the basis for further research and improvement of the mobile agent system in order to provide even greater efficiency and the ability to adapt to different conditions of use.*

**Key words:** mobile agent, management system, monitoring, utilities, service quality indicator.

**Постановка проблеми.** Один з найбільш розповсюджених підходів до управління ресурсами систем полягає у використанні стратегії, що базується на забезпеченні відповідної якості обслуговування. Показник якості обслуговування (QoS) виражається через вимірювання таких параметрів, як загальний час виконання завдання, затримка, вартість виконання, рівень втрат пакетів, надійність системи [1], хоча цей перелік не є вичерпним. Механізми планування, спрямовані на досягнення необхідного рівня QoS, охоплюють широкий спектр підходів. У роботі [2] запропоновано планування завдань в хмарному середовищі шляхом розрахунку часу виконання для встановлення пріоритету запуску завдань. В роботі [3] використовуються евристичні методи для забезпечення необхідної якості обслуговування. Адаптивний алгоритм планування QoS (AQoS) для середовища, орієнтованого на надання послуг, представлений у роботі [4]. Автори роботи [5] пропонують попереднє метапланування з метою забезпечення необхідного рівня QoS.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливо відзначити підхід до управління ресурсами критичних інформаційних систем, спрямований на забезпечення безпечного виконання завдань та відповідної обробки конфіденційних даних. Дослідження в цій області вже наявні. Наприклад, у роботі [6] розглядається механізм планування завдань з урахуванням рівня захищеності ресурсів у розподіленому обчислювальному середовищі з інтенсивним обміном даних. Варто відзначити, що недоліком цього підходу є відсутність урахування динамічних змін рівня захищеності ресурсів під час функціонування системи.

Для ефективного управління ресурсами в хмарних обчислювальних середовищах (Cloud) розроблена стратегія планування завдань типу «потік робіт», що базується на концепції довіри [7]. Ця стратегія враховує різні аспекти завдання, такі як час виконання, вартість надання послуг, надійність та рівень захищеності сервісів. Особливо важливо відмітити, що додаток типу «потік робіт» складається з набору атомарних взаємозалежних завдань, де для виконання використовуються дані, які зберігаються в хмарних сховищах, що самі є сервісами у Cloud-середовищі.

Цей підхід відкриває перспективи для ефективного використання ресурсів та забезпечення безпеки під час виконання завдань у хмарних середовищах. Однак варто зауважити, що питання динамічної адаптації рівня захищеності ресурсів залишається відкритим і може вимагати подальших досліджень та розробок для досягнення оптимальних результатів.

**Формулювання цілей статті.** Мета статті – вивчення характеристик мобільного агента та розробка структурної схеми системи управління мобільними агентами.

**Виклад основного матеріалу.** Вимоги до системи управління мобільними агентами залежать від багатьох факторів, таких як мета побудови системи, типи задач, що вирішуються, технічні характеристики ресурсів, якість обслуговування каналу зв'язку (QoS), тобто його стійкість, надійність, живучість, швидкість передачі. Визначення вимог до системи управління мобільними агентами та параметрів оцінки її функціонування є важливим етапом її проектування.

Система управління має реалізувати певний набір функціональних можливостей, які наразі вважаються типовими для Grid-систем. Серед них міграція та перепланування задач, контрольні точки, попереднє замовлення часових інтервалів для виконання задач та інші функції.

Розроблювана система управління повинна враховувати такі параметри функціонування, як швидкість передачі та рівень захищеності оброблюваних даних, які, узагалі, можуть бути взаємно протилежними. В результаті, розроблений механізм планування дозволить створити ефективну систему управління мобільними агентами, в якій забезпечується необхідний рівень захисту оброблюваних даних.

Відповідно до функціональних характеристик на рисунку 1 представлена структурна схема системи управління мобільними агентами.

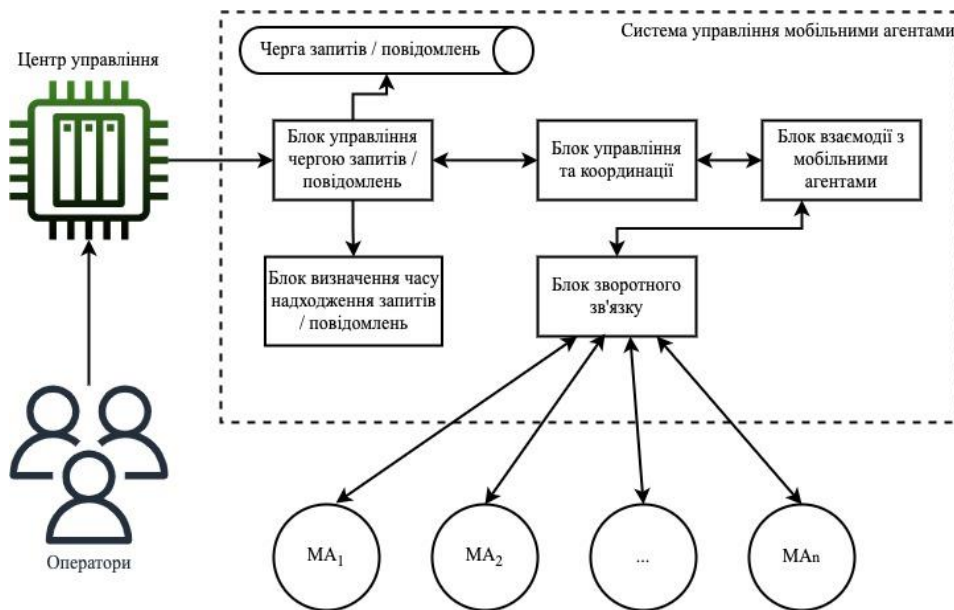


Рис. 1. Структурна схема системи управління мобільними агентами

Блок управління чергою запитів / повідомлень отримує вхідні запити / повідомлення і, відповідно до налаштувань системи управління мобільними агентами, обчислює їх пріоритет і розміщує у черзі. Також його функції включають перепланування запитів / повідомлень. У разі перепланування в чергу додаються також запити / повідомлення, виконання яких було призупинено. Для таких запитів / повідомлень пріоритет підвищується. Також у блоці управління чергою запитів / повідомлень містяться параметри, які визначають формування черги та розрахунок пріоритету запитів / повідомлень.

Черга запитів / повідомлень призначена для розташування запитів / повідомлень з їх параметрами згідно пріоритету, який обчислюється блоком управління чергою запитів / повідомлень. Важливо відзначити, що черга містить не лише самі запити / повідомлення, а й усю інформацію щодо вимог операторів до системи управління мобільними агентами для його виконання.

*Блок зворотного зв'язку* відповідає за взаємодію з мобільними агентами та визначення параметрів функціональності системи управління мобільними агентами. За отриманими параметрами визначається кількість мобільних агентів, що необхідні для виконання завдання. Функціональність даного блоку полягає в наступному:

– аналіз та оцінка завдань: важливою частиною блоку зворотного зв'язку може бути аналіз завдань, які потрібно виконати. Включення алгоритмів аналізу та пріоритизації завдань дозволить системі ефективно розподіляти мобільних агентів в залежності від їхньої важливості та складності;

– автоматичне налаштування параметрів: розширення функціональності блоку зворотного зв'язку полягає у впровадженні автоматичного налаштування параметрів системи. Система управління мобільними агентами може аналізувати динаміку виконання завдань та змінювати параметри, такі як кількість агентів або їх розташування, для досягнення оптимальної продуктивності;

– урахування ресурсів: система включає механізми для моніторингу ресурсів та визначення їхнього впливу на функціональність системи управління мобільними агентами;

– динамічне розподілення агентів: взаємодія з мобільними агентами може бути динамічною, що дозволяє перерозподіляти агентів залежно від змінних умов. Алгоритми динамічного розподілу можуть враховувати зміни в завданнях, ресурсах агентів та зовнішніх умовах;

– взаємодія з оператором: дозволить забезпечити більший контроль та гнучкість в управлінні мобільними агентами. Це може бути реалізовано через інтерфейс користувача або комунікаційні канали;

– аналіз ефективності: для постійного поліпшення системи важливо здійснювати аналіз її ефективності. Включення засобів моніторингу та звітності дозволить вчасно виявляти проблеми та вдосконалювати роботу системи.

Така функціональність блоку зворотного зв'язку дозволить створити більш адаптивну, ефективну та гнучку систему управління мобільними агентами, що здатна оптимально виконувати завдання в різних умовах.

*Блок взаємодії з мобільними агентами* відповідає за визначення конкретних вузлових мобільних агентів системи управління мобільними агентами, які будуть використані для виконання завдання. Кількість вузлових мобільних агентів визначає *блок зворотного зв'язку*. Вузлові мобільні агенти підбираються маскуванням, параметри маски задаються наступним чином: захищеність вказується як рівень довіри до вузлового мобільного агента в діапазоні від 0 до 1, а продуктивності підбираються найбільш високошвидкісні мобільні агенти. В цьому блоці відбувається взаємодія з конкретним мобільним агентом, а потім з іншим, тобто працює в послідовному режимі.

*Блок управління та координації* вибирає завдання з початку черги та, співпрацюючи з *блоком взаємодії з мобільними агентами*, отримує перелік вузлових мобільних агентів, відібраних для виконання завдання. Потім розміщує завдання на виконання. Якщо при перегляді черги з'являється завдання з вищим пріоритетом, ніж у всіх виконуваних на даний момент завдань, блок управління та координації призупиняє виконання завдань, зберігаючи їх стан та дані, і проводить перепланування, розміщуючи нові завдання на доступні мобільні агенти.

*Блок визначення часу надходження запитів / повідомлень* призначений для визначення обсягу часу надходження запитів / повідомлень у системі управління мобільними агентами.



Відповідно до функціональних характеристик мобільного агента розроблена його структурна схема (рис. 2).



Рис. 2. Структурна схема мобільного агента

Блок управління є основним елементом мобільного агента, що реалізує його основні функції, а саме збір інформації від утиліт, запис їх до внутрішньої пам'яті, а також взаємодію з системою управління мобільними агентами. Збір інформації здійснюється періодично з внесенням її до внутрішньої пам'яті, дані записуються з маркером часу. Виняток становить продуктивність, яка визначається одноразово одразу після запуску мобільного агента і записується у внутрішню пам'ять. На запит від системи управління мобільними агентами мобільний агент визначає останні записані у внутрішній пам'яті параметри і передає їх у вигляді вектора системі.

Внутрішня пам'ять призначене для зберігання параметрів мобільного агента протягом певного періоду часу, причому для кожного параметра період може суттєво відрізнятися. Це може включати в себе збереження даних про різні аспекти мобільного агента, такі як його стан, налаштування, інформація про завдання або контекст, у якому він працює. Це може бути корисно для зберігання історії дій мобільного агента, щоб він міг навчатися на основі свого минулого досвіду. Наприклад, якщо мобільний агент виконує різні завдання в різних середовищах, його внутрішня пам'ять може допомогти йому зберегти важливі дані про те, які стратегії були успішними в кожному з середовищ.

Блок управління станом вузлових мобільних агентів є ключовою частиною системи, яка використовує мобільних агентів для вирішення певних завдань, включає в себе низку компонентів та функціональностей:

- ініціалізація вузлових мобільних агентів: визначаються параметри та властивості мобільних агентів, їхні характеристики, початковий стан, цілі та завдання;
- маршрутизація та переміщення: визначається оптимальний маршрут для переміщення вузлових мобільних агентів з урахуванням каналів зв'язку;

– стан агента: зберігається і керується стан кожного вузлового мобільного агента. Це може включати інформацію про поточну дію самого агента, стан виконання завдання, отримані дані тощо;

– синхронізація та комунікація: важливою частиною управління станом є можливість вузлових мобільних агентів спілкуватися між собою та з іншими мобільними агентами. Для цього використовуються протоколи комунікації, які дозволяють обмінюватися даними та сповіщеннями;

– переривання та відновлення: в деяких випадках може виникнути потреба в перериванні роботи вузлового мобільного агента або відновленні його стану після збоїв. Блок управління станом повинен мати механізми для цього, щоб забезпечити надійність та стійкість системи;

– моніторинг та аналіз: блок також може включати функціональність для моніторингу та аналізу роботи вузлових мобільних агентів. Це допомагає виявляти проблеми, оптимізувати роботу та приймати рішення щодо оптимального використання вузлових мобільних агентів.

Загалом, блок управління станом вузлових мобільних агентів грає критичну роль у забезпеченні ефективної роботи системи управління мобільними агентами.

*Утиліта для визначення координат мобільних агентів* – це програмний інструмент, який дозволяє визначати географічні координати рухомих мобільних агентів. Ці утиліти використовують різноманітні технології і сенсори для визначення місцезнаходження, такі як GPS (глобальна система позиціонування), Wi-Fi, Bluetooth, мережі мобільного зв'язку та інші. Основні функції таких утиліт можуть включати:

– визначення координат: утиліта забезпечує можливість точного визначення географічних координат мобільного агента на площині землі;

– мапування та трекінг: здатність відстежувати рухи мобільних агентів протягом часу та відображати їх на карті, що дозволяє стежити за маршрутами, пройденими в минулому;

– геозони та сповіщення: встановлення геозон (територій) з можливістю отримання сповіщень, коли мобільний агент входить або виходить з певної області;

– географічний аналіз: обробка та аналіз зібраних даних для отримання статистики, виявлення трендів та взаємозв'язків;

– віддалене керування: управління мобільними агентами, включаючи зміну їхніх налаштувань, режимів роботи тощо з центру управління;

– інтеграція з іншими системами: можливість інтеграції з іншими програмними системами для обробки та використання даних мобільних агентів;

– безпека та конфіденційність: забезпечення захисту зібраних даних та обмеження доступу до них з метою збереження конфіденційності.

Для розробки таких утиліт можуть використовуватися різні програмні та апаратні компоненти, залежно від специфікацій та потреб. Також важливим є забезпечення точності вимірювань та мінімізація помилок, що можуть виникнути при визначенні координат.

*Утиліта визначення швидкості передачі даних в каналі зв'язку з мобільним агентом.* Для вимірювання швидкості передачі даних в каналі зв'язку з мобільним агентом можна використовувати різні утиліти та методи. Одним з популярних способів є використання тестерів швидкості Інтернету, які доступні як додатки для смартфонів та програми для комп'ютерів. Але важливо мати на увазі, що результати можуть змінюватися в залежності від різних факторів, таких як місцезнаходження, час доби, завантаженість мережі тощо. Щоб

отримати більш точний результат, рекомендується виконати кілька тестів в різний час.

*Утиліта моніторингу станів мобільних агентів* допомагає відстежувати активність, продуктивність і різноманітні параметри мобільних агентів.

Розглянута концепція може бути використана в різних областях, таких як машинне навчання, робототехніка, автономні системи та інші, де агент повинен пристосовуватися до змінних умов та використовувати свій досвід для вирішення завдань.

**Висновки.** З даної роботи можна зробити декілька висновків:

1. Система управління мобільними агентами використовується для керування розподіленими завданнями, які виконуються мобільними агентами. Це може включати в себе розподіл обчислювальних завдань, обмін даними та взаємодію з іншими системами.

2. Розроблена структурна схема системи управління мобільними агентами свідчить про те, що детально проаналізовано та представлено компоненти та їх взаємозв'язки в системі. Це може включати в себе складові, такі як сервери, клієнти, бази даних, мобільні агенти, а також механізми комунікації між ними.

3. Описана структурна схема мобільного агента вказує на те, що вивчена архітектура та складові самого агента, такі як модуль управління, зберігання даних, механізми навігації та взаємодії з іншими агентами чи системами.

У майбутньому на основі отриманої загальної концепції системи управління можливе розширення її функціональних можливостей. Крім того, розроблений підхід може бути відповідним чином модифікований для застосування в інших подібних системах управління мобільними агентами.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. P. Chauhan, Nitin. Decentralized Scheduling Algorithm for DAG Based Tasks on P2P Grid. *Journal of Engineering*. 2014. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/202843>

2. Manoj Kumar Mishra, Yashwant Singh Patel, Yajnaseni Rout, G.B. Mund. A Survey on Scheduling Heuristics in Grid Computing Environment. *Modern Education and Computer Science*. 2014. Vol. 10. P. 57–83. DOI: <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2014.10.08>

3. T. Ma, S. Shi, H. Cao, W. Tian, J. Wang. Review on Grid Resource Discovery: Models and Strategies. *IETE Technical Review*. 2012. Vol. 29. P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.98863>

4. Javad Akbari Torkestani. A new Distributed Job Scheduling Algorithm for Grid Systems. *An International Journal Cybernetics and Systems*. 2012. Vol. 44, Issue 5. P. 77–93. DOI: <https://doi.org/10.1080/01969722.2012.744556>

5. Mohammed Bakri Bashir, Muhammad Shafie Abd Latiff. Content-based Information Retrieval Techniques Based on Grid Computing: A Review. *IETE Technical Review*. 2013. Vol. 30. P. 223–232. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.113511>

6. R. Aron, I. Chana. Grid Scheduling Heuristic Methods: State of the Art. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*. 2014. Vol. 6, P. 466–473.

7. S. Sheikh, M. Shahid, A. Nagaraju. A novel dynamic task scheduling strategy for computational grid. *International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques (ICCT)*. 2017. P. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.1109/INTELCCT.2017.8324028>

**REFERENCES:**

1. P. Chauhan, Nitin. (2014) Decentralized Scheduling Algorithm for DAG Based Tasks on P2P Grid. *Journal of Engineering*. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/202843>
  2. Manoj Kumar Mishra, Yashwant Singh Patel, Yajnaseni Rout, G.B. Mund. (2014) A Survey on Scheduling Heuristics in Grid Computing Environment. *Modern Education and Computer Science*. Vol. 10. P. 57–83. DOI: <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2014.10.08>
  3. T. Ma, S. Shi, H. Cao, W. Tian, J. Wang. (2012) Review on Grid Resource Discovery: Models and Strategies. *IETE Technical Review*. Vol. 29. P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.98863>
  4. Javad Akbari Torkestani. (2012) A new Distributed Job Scheduling Algorithm for Grid Systems. *An International Journal Cybernetics and Systems*. Vol. 44, Issue 5. P. 77–93. DOI: <https://doi.org/10.1080/01969722.2012.744556>
  5. Mohammed Bakri Bashir, Muhammad Shafie Abd Latiff. (2013) Content-based Information Retrieval Techniques Based on Grid Computing: A Review. *IETE Technical Review*. Vol. 30. P. 223–232. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.113511>
  6. R. Aron, I. Chana. (2014) Grid Scheduling Heuristic Methods: State of the Art. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*. Vol. 6, P. 466–473.
  7. S. Sheikh, M. Shahid, A. Nagaraju. (2017) A novel dynamic task scheduling strategy for computational grid. *International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques (ICCT)*. P. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.1109/INTELCCT.2017.8324028>
-

---

# ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

---

## FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.661.2:005.591.6

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.5>

### ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

---

**Горач О. О.** – доктор технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-8737-5002

**Дзюндзя О. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-1996-7065

**Олейникова С. О.** – здобувачка вищої освіти  
другого (магістерського) рівня першого року навчання  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0009-0006-5435-5271

*В статті розглянуто технологічне обладнання для виробництва безглютенового борошна функціонального призначення та необхідність проектування технологічних ліній з його виробництва. Зазначено, що на сьогоднішній день світовий ринок безглютенових продуктів харчування безперервно зростає, але технологічний процес виробництва безглютенового борошна для виготовлення функціональних продуктів харчування потребує дотримання та виконання певних вимог виробничого процесу.*

*Встановлено основні недоліки та перешкоди, які не дозволяють одержувати безглютенове борошно високої якості, яке б відповідало європейським стандартам якості, які полягають у використанні однакового обладнання для виробництва різних видів борошна, а також велика імовірність потрапляння глютену в продукти, через перенесення сировини, що містить глютен, з обладнання та тари, які використовуються у технологічному процесі виробництва. Визначено, що головною проблемою при виготовлення безглютенового борошна є підтримка чистоти приміщень для зберігання, транспортування та виробничих приміщень на підприємствах галузі, що виробляють безглютенову продукцію.*

*Вирішення проблем виробництва безглютенового борошна та функціональних продуктів харчування, можливе за умов проектування окремих цехів на підприємствах галузі, які*

---

будуть відрізнятися тим, що їх технологічні лінії ніколи не стикатимуться з сировиною, що містить глютен, а для зерна і борошна призначені спеціальні склади. Також зазначено, що сировину необхідно закуповувати у перевірених виробників сільськогосподарської продукції. Крім того, зберігання та транспортування сировини необхідно здійснювати у контейнерах окремо від глютенвмісної сировини для запобігання крос-контамінації сировини та обладнання. Розв'язання поставлених задач виробництва безглютенової продукції, можливо лише за комплексної модернізації виробництва з використанням сучасних методів проектування. Вирішення поставлених задач, можливе на основі проектування цехів та технологічних ліній; тісної співпраці науковців та фахівців галузі; проведення високотехнологічних досліджень та розробок; впровадження новітніх технологій та методик в конструкції й технології виробництва функціональних продуктів. Все це сприятиме досягненню високих результатів виробничого процесу, зробить експлуатацію та обслуговування більш зручними, дозволить здійснювати точний контроль якості, підвищить надійність і стабільність виробничого процесу.

**Ключові слова:** технологічне обладнання, проектування, виробництво, безглютенова сировина, функціональні продукти.

**Gorach O. O., Dzyundzya O. V., Oleinikova S. O. Technological equipment and design of technological lines for the production of functional purpose flour**

**Setting objectives.** The article examines technological equipment for the production of functional gluten-free flour and the need to design technological lines for its production. It is noted that today the world market of gluten-free food products is continuously growing, but the technological process of gluten-free flour production for the production of functional food products requires the observance and fulfillment of certain requirements of the production process.

The main shortcomings and obstacles that prevent the production of high-quality gluten-free flour that would meet European quality standards have been identified, which are the use of the same equipment for the production of different types of flour, as well as the high probability of gluten entering products, due to the transfer of gluten-containing raw materials, from equipment and containers used in the manufacturing process. It was determined that the main problem in the production of gluten-free flour is maintaining the cleanliness of storage, transportation and production facilities at the enterprises of the industry that produce gluten-free products.

**Research results.** Solving the problems of the production of gluten-free flour and functional food products is possible under the conditions of designing separate shops at enterprises of the industry, which will differ in that their technological lines will never come into contact with raw materials containing gluten, and special warehouses are designated for grain and flour. It is also stated that raw materials must be purchased from verified producers of agricultural products. In addition, raw materials must be stored and transported in containers separate from gluten-containing raw materials to prevent cross-contamination of raw materials and equipment. The solution of the set problems of production of gluten-free products is possible only with comprehensive modernization of production using modern design methods.

**Conclusions.** Solving the set tasks is possible on the basis of the design of shops and technological lines; close cooperation of scientists and industry specialists; conducting high-tech research and development; implementation of the latest technologies and methods in the design and production technology of functional products. All this will contribute to achieving high results of the production process, make operation and maintenance more convenient, allow accurate quality control, and increase the reliability and stability of the production process.

**Key words:** technological equipment, design, production, gluten-free raw materials, functional products.

**Постановка проблеми.** Світовий ринок безглютенових продуктів харчування безперервно зростає. Споживачі все частіше добровільно або через непереносимість глютену, обирають безглютенове харчування. У багатьох регіонах світу основні продукти харчування виготовляються із безглютенової сировини. В Азії, Латинській Америці та Африці безглютенові продукти, наприклад, рис, кукурудза, пшоно, кіноа чи амарант традиційно відіграють важливу роль та становлять основу безглютенових продуктів [1, 2].

На підприємствах харчової промисловості одні й ті самі технологічні лінії використовуються для різних видів сировини, отже у повністю безглютеновій рецептурі можуть опинитися залишки сировини з попередньої партії, що містить

глютен. Тому головна проблема для виготовлення безглютенового борошна – це підтримка чистоти приміщень для зберігання, транспортування та виробничих приміщень на підприємствах галузі, що виробляють безглютенову продукцію. Відповідно до норм технічного регламенту ТР/ТС 027/2012 та стандарту Codex Stan 118-79 вміст глютену в готовій харчовій продукції не повинен перевищувати 20 мг/кг готового продукту [3, 4].

Відомо, що під час виробництва безглютенової продукції, залишається велика імовірність потрапляння глютену в продукти, через перенесення сировини, що містить глютен, з обладнання та тари, які використовуються у технологічному процесі виробництва.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що проектування цехів з виробництва безглютенової продукції є важливим та актуальним питанням сьогодення, що потребує особливої уваги фахівців галузі. Проектування цехів для виробництва продукції функціонального призначення, дозволить забезпечити чистоту виробництва від потрапляння глютену в технологічний процес та сприятиме одержанню готової продукції, яка відповідатиме європейським вимогам якості на безглютенову продукцію відповідно до Codex Stan 118-79 [5-7].

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є обґрунтування використання технологічного обладнання для виробництва борошна функціонального призначення та необхідність проектування цехів з його виробництва.

**Виклад основного матеріалу.** На основі вищезазначеного, можна зробити висновок, що безглютенова продукція повинна вироблятися в окремо спроектованих приміщеннях, а також на окремому устаткуванні, що дозволить виключити навіть випадкове попадання сировини, що містить глютен, в готові вироби.

Не менш важливим питанням, яке стоїть перед харчовою галуззю є дотримання вимог щодо приймання сировини, яке надходить на виробництво. Як відомо, від якості сировини, що надходить на виробництво залежить якість готових виробів. Використання сівозміни на полях, де посіяні злаки без глютену, призводить до того, що разом зі з безглютеновими злаками сходять і частина торішніх культур із насіння, що осипалося восени під час збирання врожаю. Крім того, фасування різних видів сировини відбувається в одному приміщенні, що підвищує ризик змішування різних видів зерна, а отже і борошна. Тому виробники, що спеціалізуються на безглютеновій продукції, повинні особливо увагу приділяти, приймальному контролю вхідної сировини та використовувати для цього національні, європейські та міжнародні стандарти якості [5-7]. Запорука якісного виробництва у великій мірі, в цьому випадку залежатиме від відповідальності постачальника сільськогосподарської сировини та його прагнення відповідати національним, європейським та міжнародним стандартам якості.

Розглянемо технологічне обладнання для виготовлення безглютенового борошна. Борошно без глютену – це вид борошна, яке не містить глютен. Воно підходить для людей із захворюваннями, пов'язаними з непереносимістю глютену, зокрема целиакії або алергії на пшеницю. Крім того, воно стає все більш популярним, оскільки деякі люди вважають його здоровою їжею. Борошно без глютену може виготовляти з різних видів насіння, зерен або рослин. На рис. 1 наведено технологічне обладнання для виробництва безглютенового борошна.

Технологічне обладнання для виготовлення безглютенового борошна, що наведено на рис. 1 складається з кількох частин, але система подрібнення є найважливішою її частиною. Воно містить висівковий млин, млин для подрібнення ядер, висівковий млин, хвостовий млин та систему очищення.



*Рис. 1. Технологічне обладнання для виготовлення безглютенового борошна*

Система подрібнення висівок полягає в тому, щоб позбутися пшеничних ядер, зішкребти пшеничний шлак, серцевину та грубий порошок з пшеничних висівок, у той же час не допускаючи перелому висівок, щоб ендосперм пшениці міг повністю відокремитися від висівок, і відокремити висівки.

Система подрібнення висівок призначена для переробки висівок з висівкового млина або інших систем, для того, щоб додатково відокремити ендосперм від висівок і одержати пшеничне ядро високої якості, а потім доставити в систему подрібнення ядра для подрібнення його на борошно.

Система очищення полягає в тому, щоб відокремити пшеничні висівки, серцевину, грубий порошок і пластівці висівок, які отримують з інших систем за допомогою комбінованої функції очисного просіювання та просіювання, а потім доставити їх у відповідні системи дроблення для переробки.

Система основного подрібнення полягає в подрібненні ядер пшениці, які надходять від подрібнення висівок, подрібнення висівок та системи очищення, в борошно з певним ступенем тонкості.

Хвостова подрібнювальна система – це кінцева секція системи подрібнення ядра, яка спеціально призначена для обробки низькоякісного ядра пшениці, що містить частинки висівок, з метою вилучення пшеничного борошна. Система очищення призначена для підвищення чистоти та якості борошна [8, 9].

Гречка – трав'яниста рослина сімейства гречаних. Її вирощують через поживне зернове насіння і як покривну культуру. Гречка примітна тим, що є скоростиглою культурою, для дозрівання якої потрібно від 10 до 12 тижнів.

Гречка росте на добре обробленому ґрунті з помірною родючістю. Для вирощування підійде рівень рН ґрунту до 4,8. Рослина не переносить стресові умови і погано підготовлений ґрунт, а тонке коріння швидко проникає вглиб, але не переносить ущільнення, затоплення або посуху. Зерна гречки багаті на залізо. Оскільки гречка не містить глютену, її можуть споживати ті групи населення, які страждають на захворювання з непереносимістю глютену, такими як целиакія, нечутливість до глютену або герпетиформний дерматит. Виготовляється гречане борошно з перемеленої гречки. Має землистий смак і використовується для приготування традиційної японської локшини соба. Гречане борошно є гарним джерело



клітковини, білка і мікроелементів, таких як марганець, магній, мідь, залізо і фосфор.

Для досягнення найкращих результатів гречане борошно слід використовувати в поєднанні з іншими цільнозерновим борошном, що становить 25-50% від загальної кількості в рецепті. Добре підходить для млинців і швидкого хліба, а також утворює чудову крихту в м'ясі та інших білках.

Технологічне обладнання для переробки гречаного борошна складається з кількох частин. Машина для очищення та сушильна машина очищують гречку для видалення домішок та добавок. Це дозволить гречаному борошну відповідати вимогам якості. На рис. 2. Наведена машина для переробки гречаного борошна.



*Рис. 2. Технологічне обладнання для одержання гречаного борошна*

Машина для очищення поєднує в собі різноманітні методи очищення для забезпечення гарної якості. Потім гречку відправляють на лущення і очищення. Після чого ядра гречки зберігають у силосах або резервуарах, щоб відрегулювати їх вологість перед подрібненням. Двоступенева система подрібнення дозволяє одержати більш тонкий помел та якісніше гречане борошно. На пакувальній машині автоматично відбувається пакування гречаного борошна або безпосереднє транспортування для подальшої обробки [8, 9].

Рисове борошно – це форма борошна, виготовленого з дрібно перемеленого рису. Рисове борошно є поширеною заміною пшеничного борошна. Він також використовується як потовщувач в рецептах, які охолоджуються або заморожуються, оскільки він пригнічує поділ рідини. Рисове борошно може бути виготовлене як з білого рису, так і з коричневого рису. На рис. 3 наведено технологічне обладнання для виготовлення рисового борошна.

Технологія виробництва рисового борошна полягає у видаленні лущиння рису та отриманні сирого рису, який потім подрібнюють до борошна. На сьогодні, найпоширенішою машиною для переробки рисового борошна є роликовий млин. Вперше він був розроблений в Угорщині в 1970-х роках. Обробка передбачала проходження зерна між наборами спінінгових металевих роликів. Ці млини працюють, пропускаючи зерно між серією парних роликів з рифленими поверхнями. Отримане подрібнене зерно просіюють між кожною парою роликів, щоб

відокремити висівки від крохмалистого ендосперма. Кінцевим продуктом є супердрібне біле борошно. Перші роликові млини приводилися в рух паровими двигунами, в той час як сучасні, живляться від електродвигунів. Ці млини не тільки швидше, ніж традиційні млини, вони також виробляють більшу кількість білого борошна більш високої якості. Однак через їх більш високі швидкості і більш енергійні дії є набагато більше шкоди, нанесеної компонентам борошна. Є способи зменшити пошкодження і підтримувати більш високий рівень природних поживних речовин і технологія фрезерування розвивається, щоб зменшити тиск і температуру в рулонах. З іншого боку, рифлена поверхня роликових млинів розбиває молекули крохмалю і надає отриманому борошну більшу здатність поглинати воду, ідеально підходить для процесу виготовлення рисової локшини [8, 9].



*Рис. 3. Технологічне обладнання для виготовлення рисового борошна*

Кукурудзяне борошно є одним з найпоширенішим та основним продуктом харчування в багатьох країнах світу. Кукурудзяне борошно можна одержати різного ступеня помелу від грубого, середнього до тонкого. Але в порівнянні з пшеничним борошном воно не таке тонке. Кукурудзяне борошно дуже популярне в Китаї, Америці, Мексиці та інших країнах світу. Воно має більшу харчову цінність в порівнянні зі звичайним пшеничним борошном, і це є однією з основних причин його затребуваності в харчовій галузі.

На рис. 4 наведено технологічне обладнання для виготовлення кукурудзяного борошна.

На сьогоднішній день, кукурудзяне борошно дуже часто використовують в безглютенових рецептурах для виготовлення функціональних продуктів харчування. Найпоширенішим є його використання для виробництва різноманітних булочок, локшини, млинців та інші видів продуктів. Кукурудзяне борошно виробляється з цілого ядра кукурудзи, включаючи зародки та висівки. Воно часто використовується як загусник для рідини, в приготуванні хліба і коржів. Кукурудзяне борошно буває білим і жовтим, його можна комбінувати з іншим безглютеновим борошном у тісті. Борошно багате клітковиною, каротиноїдами лютеїну і зеаксантину. Ці два рослинних антиоксиданти дуже корисні для очей. Також в складі є вітамін В6, тіамін, марганець, магній і селен [5-8].

На основі проведених досліджень з вивчення особливостей технологічного обладнання для виробництва безглютенової продукції, можна зробити висновок, що на сьогоднішній день це питання потребує проведення глибоких наукових

досліджень, спрямованих на вивчення технологічного процесу виробництва. Встановлено основні недоліки та перешкоди, які не дозволяють одержувати безглютенове борошно високої якості, яке б відповідало європейським стандартам, які полягають у використанні однакового обладнання для виробництва різних видів борошна, а також велика імовірність потрапляння глютену в продукти, через перенесення сировини, що містить глютен, з обладнання та тари, які використовуються у технологічному процесі виробництві.



*Рис. 4. Технологічне обладнання для виготовлення кукурудзяного борошна*

**Висновки.** На основі проведеного аналізу виробництва, враховуючи особливості та необхідність технологічних ліній, можна зробити висновок, що одержання безглютенового борошна, можливе за умов проектування окремих цехів на підприємствах галузі, які відрізняються тим, що їх технологічні лінії ніколи не стикаються з сировиною, що містить глютен, а для зерна і борошна призначені спеціальні склади. Також необхідно зазначити, що сировину необхідно закуповувати у перевірених виробників сільськогосподарської продукції. Крім того, зберігання та транспортування сировини необхідно здійснювати у контейнерах окремо від глютенвмісної сировини для запобігання крос-контамінації сировини та обладнання. Розв'язання поставлених задач виробництва безглютенової продукції, можливо лише за комплексної модернізації виробництва з використанням сучасних методів проектування, що як відомо потребує великих капітальних витрат.

Проектування цехів та технологічних ліній потребує тісної співпраці науковців та фахівців галузі, а також потребує проведення високотехнологічних досліджень та розробок, спрямованих на постійне впровадження новітніх технологій та методик в конструкції й технології виробництва функціональних продуктів. Все це сприятиме досягненню високих результатів виробничого процесу, зробить експлуатацію та обслуговування більш зручними, дозволить здійснювати точний контроль якості, підвищить надійність і стабільність виробничого процесу.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Statistics and facts on the gluten-free foods market in the U.S. 2016. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/2067/gluten-free-foods-market> [in English].
2. Горач О.О. Проблеми та перспективи розвитку виробництва безглютенових продуктів харчування в Україні / Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 3. С. 128-132.
3. Association of European Coeliac Societies, AO ECS [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://aoecs.org/research>.
4. Ринок безглютенових продуктів: великий потенціал поки ще сплячої потреби: веб-сайт. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi>
5. Горач О.О. Кіпіоро І.М., Гусар А.О. Використання альтернативних видів сировини з метою розробки нових безглютенових рецептур / Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2022. Вип. 5. С. 38-44.
6. Gorach O. Conceptual basis of the formulation of gluten-free products based on the use of domestic plant raw materials / Monografia. Moderní aspekty vědy: XXV. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2022. p. 373-388.
7. Горач О.О. Обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур / Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 6. С. 52-58.
8. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Аналіз виробництва безглютенової продукції функціонального призначення на основі використання вітчизняної сировини / Таврійський науковий вісник, 2021. № 6. С. 94-100. <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>
9. Lianyungang Prosperous International веб-сайт. URL: <https://ua.ever-prosperous.com/grain-processing-machine/flour-processing-machine/rice-flour-processing-machine.html>

**REFERENCES:**

1. Statistics and facts on the gluten-free foods market in the U.S. 2016. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/2067/gluten-free-foods-market> [in English].
2. Horach O.O. Problemy ta perspektvy rozvytku vyrobnytstva bezghliutenovykh produktiv kharchuvannia v Ukraini / Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky / Khersonskiy derzhavnyi ahrarno-ekonomichniy universytet. Kherson : Vydavnychiy dim «Helvetyka», 2022. Vyp. 3. S. 128-132.
3. Association of European Coeliac Societies, AO ECS [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://aoecs.org/research>
4. Rynok bezghliutenovykh produktiv: velykyi potentsial poky shche spliachoi potreby: veb-sait. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi>
5. Horach O.O. Kipiuro I.M., Ghusar A.O. (2022) Vykorystannia alternatyvnykh vydiv syrovyny z metoiu rozrobky novykh bezghliutenovykh retseptur / Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky / Khersonskiy derzhavnyi ahrarno-ekonomichniy universytet. Kherson, №. 5. pp. 38-44.
6. Horach O. Conceptual basis of the formulation of gluten-free products based on the use of domestic plant raw materials / Monografia. Moderní aspekty vědy: XXV. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2022. p. 373-388.
7. Horach O.O. Obgruntuvannia innovatsiinykh tekhnolohii funktsionalnykh retseptur/Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky/Khersonskiy derzhavnyi

aharno-ekonomichnyi universytet. Kherson: Vydavnychiy dim «Helvetyka», 2022. Vyp. 6. S. 52-58.

8. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Horach O.O. (2021) Analiz vyrobnyctva bezghljutenovoji produkciji funktsionalnogho pryznachennja na osnovi vykorystannja vitchyznjanoji syrovyny [Analysis of the production of gluten-free functional products based on the use of domestic raw materials]. Tavrijskij naukovyj visnyk, № 6, pp. 94-100. <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>

9. Lianyungang Prosperous International: veb-sait. URL: <https://ua.ever-prosperous.com/grain-processing-machine/flour-processing-machine/rice-flour-processing-machine.html>

УДК 637.52.04

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.6>

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІФШТЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ М'ЯСА КРОЛИКА І АМАРАНТОВОГО БОРОШНА

**Мідлер Г. С.** – магістрантка

факультету готельно-ресторанного та туристичного бізнесу

імені професора В. Ф. Доценка

Національного університету харчових технологій

ORCID ID: 0009-0003-1472-128X

**Мамченко Л. Є.** – кандидат технічних наук,

доцентка кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Національного університету харчових технологій

ORCID ID: 0000-0003-2519-043X

**Нєміріч О. В.** – доктор технічних наук, професорка,

завідувачка кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Національного університету харчових технологій

ORCID ID: 0000-0002-2849-7501

**Ройко О. Є.** – викладач фахових дисциплін

Відокремленого структурного підрозділу «Волинський фаховий коледж

Національного університету харчових технологій»

ORCID ID: 0009-0008-5490-6138

Вивчено загальний хімічний склад рослинної і тваринної сировини: основними компонентами сухої речовини яловичини є білок і жир (18,6% і 16,00% відповідно). На вуглеводи припадало 60,54% рослинної сировини, з них вміст клітковини в борошні амаранту становив 7,05%, а вміст білка у ньому був вищим – 16,87%.

Обґрунтовано та розроблено рецептурний склад та технологічний процес виробництва посічених напівфабрикатів з яловичини і м'яса кролів із доданням борошна амаранту. Досліджено показники якості модельних фаршів з вмістом кролячого м'яса і амарантового борошна. Вивчено вплив внесення до фаршу частки кролячого м'яса на його фізико-хімічні показники. Зокрема при збільшенні частки кролячого м'яса втрати загальної маси при тепловій обробці знижуються досить суттєво: від 27,3 до 19,7%, що становить зменшення втрат на 7,6% порівняно з контролем, відповідно збільшується вихід готових виробів.

Визначено вплив концентрації борошна амаранту в модельних м'ясних фаршах на їх фізико-хімічні і органолептичні показники якості. Для розширення асортименту посічених м'ясних напівфабрикатів з м'ясом кролика та покращення їх властивостей запропоновано рецептури посічених напівфабрикатів з борошном амаранту (біфштексів) та розроблено технологічні схеми їх виробництва.

Оптимальна кількість борошна амаранту для заміни м'ясної сировини при виробництві комбінованих посічених напівфабрикатів становить 8%, а вміст м'яса кролика – 30%. Готові вироби характеризуються доброю консистенцією, ніжною структурою, соковитістю і приємним смаком та ароматом.

Для реалізації запропонованої інновації не потрібно додаткового обладнання та перекваліфікації працівників.

У технології посічених напівфабрикатів з м'ясом кролика і борошном амаранту можна рекомендувати різні способи термічної обробки: смаження основним способом,

що є найбільш традиційним для цього виду продукції, варіння на парі й запікання, з урахуванням невеликих втрат при термічній обробці.

**Ключові слова:** технологія, посічені напівфабрикати, біфштекси, рецептура, м'ясо кролика, борошно амаранту.

**Midler H. S., Mamchenko L. E., Niemirich O. V., Roiko O. E. Improving the technology of bishtex with rabbit meat and amaranth flour**

The general chemical composition of plant and animal raw materials was studied: the main components of beef dry matter are protein and fat (18.6% and 16.00%, respectively). Carbohydrates accounted for 60.54% of vegetable raw materials, of which the fiber content in amaranth flour was 7.05%, and the protein content was higher – 16.87%.

The recipe composition and technological process for the production of chopped semi-finished products from beef and rabbit meat with the involvement of amaranth composite flour technology were substantiated and developed. The quality indicators of model minced meat with the content of rabbit meat and amaranth flour of the newly developed products were studied. The effect of adding a portion of rabbit meat on the physico-chemical parameters of the minced meat was studied, in particular, when the portion of rabbit meat increased, the mass loss during heat treatment decreased quite significantly: from 27.29 to 19.73%, which is a reduction of losses by 7.56 % compared to the control. And accordingly, the yield of finished products increases: if in the control minced meat it was 72.71%, then in the combined products with rabbit it increased to 80.27%, that is, by 7.56%.

The influence of amaranth flour concentration in model minced meat on their physicochemical and organoleptic parameters was determined.

In order to expand the range of chopped meat semi-finished products with rabbit meat and improve their properties, recipes for chopped semi-finished products with amaranth flour (beef steaks) were proposed and technological schemes for their production were developed.

The optimal amount of amaranth flour for replacing meat raw materials in the production of combined chopped semi-finished products is 8%, and the content of rabbit meat is 30%. The finished products are characterized by good consistency, delicate structure, juiciness and pleasant taste and aroma.

Implementation of the proposed innovation does not require additional equipment or retraining of employees.

In the technology of chopped semi-finished products with rabbit meat and amaranth flour, we can recommend different methods of heat treatment: frying in the main way, which is the most traditional for this type of product, steaming and baking, taking into account small losses during heat treatment.

**Key words:** technology, chopped semi-finished products, steaks, recipe, rabbit meat, amaranth flour.

**Постановка проблеми.** За останні роки спостерігається тенденція погіршення структури харчування населення, зниження споживання білкових продуктів (м'яса і м'ясних виробів) [1]. Причинами цього є стрімке зниження купівельної спроможності населення, зменшення обсягів виробництва і зростання цін на м'ясні вироби, значне скорочення поголів'я худоби.

У 2021 році споживання м'яса на душу населення знизилося на 1,2 кг свинини, 600 г яловичини та 200 г м'яса птиці порівняно з попереднім роком. Споживання м'яса в Україні в умовах повномасштабного російського вторгнення залишилося на співставним з довоєнним рівнем у 52 кг м'яса на людину на рік, проте спостерігається переорієнтація попиту на дешевші його види [2]. Очікується, що інфляція негативно позначиться на споживанні білка населенням у першій половині 2023 року.

Порівняно доступними виробами з м'яса є посічені напівфабрикати різних видів: котлети, біфштекси, шніцелі, ромштекси, фарші, гамбургери, фрикадельки, крокети.

Натуральні напівфабрикати з одного січеного м'яса виготовляють рідко з технологічних причин, зокрема через незадовільну структуру фаршу, а також з економічних міркувань. Інші компоненти, які застосовують для виготовлення січених

напівфабрикатів, зазвичай дешевші за м'ясо, що знижує собівартість кінцевого продукту.

Водночас, для певних категорій споживачів з дієтологічних міркувань доцільно замінити яловичину на більш корисну сировину. У цьому контексті перспективним є розширення асортименту посічених напівфабрикатів шляхом часткової заміни традиційної яловичини м'ясом кролів з введенням рослинних білків для зменшення вартості виробу та покращення його технологічних характеристик.

М'ясо кролів є високоцінним дієтичним продуктом, багатим на повноцінні білки. Особливістю м'яса кролів є мінімальний вміст сполучної тканини, що зумовлює його ніжну консистенцію і високу засвоюваність. У кролятині мало холестерину: у 100 г міститься в середньому близько 23 мг холестерину, тоді як у яловичині 37,48 мг, в телятині 38,83 мг. Кролячий жир порівняно з жиром інших сільськогосподарських тварин багатий на поліненасичені жирні кислоти і відрізняється високим співвідношенням ненасичених жирних кислот до насичених.

М'ясна промисловість має нормативно-технічну базу для виробництва наступної продукції з м'яса кролика: кулінарні вироби (тушки кроля смажені та варені), напівфабрикати (котлети Пожарські), ковбасні варені вироби «Кроляча окрема», «Кроляча чайна», паштет з кролика та консервів [3]. Проте аналіз реальної ситуації на ринку м'ясопродуктів свідчить про фактичний брак пропозиції продукції з м'яса кролика. З огляду на тенденції виробництва харчових продуктів з дієтичними властивостями, актуальним є проведення досліджень щодо розширення спектру використання м'яса кролика у сучасній технології ресторанного господарства.

Як вище було зазначено, збалансування посічених напівфабрикатів, а також покращення їх цінової привабливості досягається шляхом додання рослинного білка. У цьому контексті амарант вважається одним з найбільш перспективних заміників протеїнів тваринного походження.

Насіння амаранту характеризується значним вмістом кальцію, заліза, магнію, фосфору, калію. Порівняно з іншими зерновими, у ньому більше незамінної амінокислоти лізину, яка потрібна для засвоєння жирних кислот та кальцію. Борошно амаранту не містить глютену.

Таким чином, наявна проблема забезпечення населення повноцінними білковими продуктами зумовлює актуальність проведеного дослідження, а саме: удосконалення технології комбінованих продуктів на основі вітчизняної ресурсної сировинної бази тваринних і рослинних харчових білків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблематика розроблення та удосконалення технології м'ясних і м'ясо-рослинних посічених напівфабрикатів із використанням нетрадиційної тваринної і рослинної сировини достатньою мірою досліджена представниками вітчизняної науки, а саме відображена у працях: Пасічного В. М., Пешук Л. В., Сирохмана І. В., Баль-Прилипка Л. В., Геречдук А. М., Паски М. З., Серіка М. Л., Рогова І. А., Авдєєвої Л. Ю., Топчій О. А., Віннікової Л. Г., та ін. Водночас питання щодо підвищення технологічних властивостей м'ясних напівфабрикатів із фаршу шляхом заміни частини м'ясної сировини високобілковою рослинною сировиною, особливо продуктами переробки насіння амаранту, потребує подальшого вивчення та практичної апробації.

**Мета дослідження:** розширення асортименту м'ясних виробів шляхом розробки технології посічених напівфабрикатів з м'яса кролів з використанням рослинної добавки борошна амаранту та визначення показників якості нової продукції.



**Виклад основного матеріалу.** Об'єктами дослідження обрані модельні фарші та готова продукція з використанням м'яса кролів та борошна амаранту. Вся сировина, що досліджується, відповідає чинним нормативним документам України за показниками якості та безпечності. В роботі використано такі види сировини: м'ясо яловиче згідно з ДСТУ 6030.62008 «М'ясо. Яловичина та телятина в тушах, напівтушах та четвертинах. Технічні умови», м'ясо кроляче згідно з ТУ У 10.1–38656470–001:2021 «Напівфабрикати натуральні з м'яса та субпродуктів кроликів охолоджені та заморожені», продукти переробки амаранту згідно з ТУ У 15.8-33717642-001:2007 «Борошно з насіння амаранту».

Визначення органолептичних, фізико-хімічних показників якості модельних фаршевих систем та готової продукції проводили за стандартними методиками з використанням відповідного устаткування. Відпрацювання рецептур і технологій продукції проводили відповідно до загальноприйнятих стандартних методик. Як контроль при дослідженнях сировини використовували посічену яловичину, а при дослідженні напівфабрикатів – вироби, виготовлені за традиційною технологією.

Для використання продуктів переробки амаранту у виробництві комбінованих посічених напівфабрикатів було проведено аналіз хімічного складу рослинної добавки. Вміст основних поживних і мінеральних речовин борошна амаранту (за усередненими даними різних авторів [3, 4, 5]) та порівняння його з м'ясною сировиною наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

**Хімічний склад рослинної і тваринної сировини**

Найменування показника		Найменування сировини		
		котлетне м'ясо з яловичини [4]	м'ясо кролика [3]	амарантове борошно [5]
Вміст, %	Вологи	64,19	66,69	11,46
	сухих речовин	22,8 0	33,31	88,54
	Білків	17,90	22,4	16,87
	Жирів	4,00	9,65	5,98
	вуглеводів,	0,3	-	60,54
	в т.ч. клітковини	-	-	7,05
	мінеральних речовин	0,91	1,11	5,15
Вміст, мг%	Калію	348,03	335	554,17
	Фосфору	188	190	148
	Кальцію	9,80	20	478,36
	Магнію	20,09	25	312,20
	біотину (B7)	0,003	-	43,12
	фолієвої кислоти (B9)	0,008	-	42,11
	аскорбінової кислоти (C)	-	7,68	71,00
Співвідношення Са:Мg	оптимальне співвідношення (1:2,0)	1:2,05	1:1,25	1:0,65
Співвідношення Са:Р	оптимальне співвідношення (1:0,5)	1:19,18	1:9,5	1:0,31

Згідно з наведеними показниками харчова цінність борошна амаранту не поступається сирому м'ясу, хоча вміст білка в ньому на 1,73% менше. Борошно містить на 3,67% менше жиру, чим кролятина, і лише на 1,98% більше ніж яловичина, що є позитивним фактором.

Вміст мінеральних речовин в амаранті порівняно з м'ясною сировиною дуже високий – перевищує в 5 разів, в тому числі: калію – майже в 1,6 рази, кальцію – в 50 разів, магнію – в 16 разів.

За результатами дослідження встановлено вплив заміни яловичини на кроляче м'ясо на фізико-хімічні показники модельних фаршів, а також зміни органолептичних показників фаршу при введенні борошна амаранту. У таблиці 2 продемонстровано залежність фізико-хімічних показників якості модельних фаршів від заміни яловичини 10, 20 та 30 % кролячим м'ясом до маси фаршу. Контроль – фарш з яловичини.

Таблиця 2

### Фізико-хімічні показники якості фаршів з різним вмістом кролячого м'яса

Найменування показника	Контроль	Вміст м'яса кролика до маси фаршу, %		
		10	20	30
Вміст вологи, %	64,19	64,44	64,69	64,94
Втрати маси при тепловій обробці, %	27,29	25,04	22,88	19,73
Вихід готового продукту, % до маси сировини	72,71	74,96	77,12	80,27
pH	5,80	5,79	5,78	5,77

Як видно з даних таблиці 2, збільшення частки у модельних фаршевих системах м'яса кролика від 10% до 30 % призводить до рівномірного збільшення вмісту вологи (хоча і незначного), порівняно з контролем. Ці зміни є закономірними, оскільки вологість кролятини дещо вища і відповідно змінювався вміст сухих речовин в об'єднаній масі продукту.

Рівень pH м'яса є основним показником якості, оскільки концентрація іонів водню в м'ясі залежить від кількості глікогену в м'язах під час забою і, отже, є похідною фізіологічного стану тварин перед забоєм, а також відображає перебіг післязайних процесів в тушах. З рівнем pH м'яса тісно пов'язані колір, вологоутримуюча здатність, ніжність, соковитість, втрати при тепловій обробці, збереження і інші якісні показники м'яса. Початкове pH яловичини становить 5,80, м'яса кролика, яке зберігалось не менше 24 годин, коливається в межах 5,60-5,85, що вказує на те, що воно має менший термін зберігання, порівняно з іншими видами м'яса. Підвищений рівень pH викликає зміну смаку і швидко приводить до появи поганого запаху.

Збільшення частки кролячого м'яса у фарші позитивно впливає на вихід готового продукту. Зокрема втрата маси при термічній обробці значно зменшуються зі збільшенням частки кролячого м'яса: від 27,29 до 19,73%, що становить зменшення втрат на 7,56% порівняно з контролем. Вихід кінцевого продукту відповідно зростає з 72,71% у контрольному фарші до 80,27% у в комбінованих виробках з кролятиною.

Таким чином, можна стверджувати, що фізико-хімічні параметри модельного фаршу можна покращити шляхом заміни частини яловичої сировини на м'ясо кролика.

За результатами проведених експериментальних досліджень удосконалено склад фаршу для виробництва посічених напівфабрикатів. Аналіз технологічних показників фаршу наведено в таблиці 3. Контроль – фарш згідно збірника рецептур, до складу якого входило 80% яловичого м'яса, 12% сала свинячого і 8% води.

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники якості розробленого фаршу  
з кролячим м'ясом і борошном амаранту**

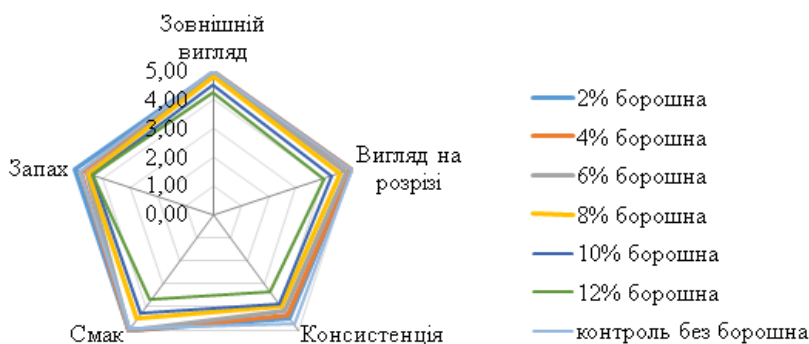
<b>Найменування показника</b>	<b>Контроль</b>	<b>Фарш з яловичини і кролятини</b>	<b>Фарш з яловичини і кролятини з борошном амаранту</b>
Вміст вологи, %	64,19	64,94	64,94
Втрати маси при тепловій обробці, %	27,29	12,73	12,02
Вихід готового продукту, % до маси сировини	72,71	87,27	87,98
Вологозв'язуюча здатність, %	71,3	73,6	74,9
Жирутримуюча здатність, %	79,0	82,6	84,0
pH	5,80	5,77	5,72

Аналіз наведених показників дозволяє дійти висновку про покращення функціонально-технологічних властивостей фаршу при заміні частини яловичини на кроляче м'ясо, а також при внесенні борошна амаранту. Зокрема, вологість удосконаленого фаршу дещо вище порівняно з контрольним, проте залишається в межах норми. Вологість фаршу з борошном амаранту не змінюється порівняно з м'ясним фаршем з яловичини і кролятини, оскільки борошно внесене у вологому гідратованому стані. Втрати маси зменшуються з 27,29% в контролі до 12,73% в м'ясному фарші і 12,02 м'ясо-рослинному фарші. Відповідно вихід готового продукту зростає. Встановлено, що вихід продукту за використання м'ясного фаршу порівняно з м'ясо-рослинним зростає лише на 0,71%, однак дане удосконалення позитивно позначиться на собівартості страви, а отже і вплине на величину відпускнуї ціни.

Результати органолептичної оцінки наведено на рисунку 1.

Об'єктами дослідження були модельні фаршеві системи, до рецептури яких входило 30% кролячого м'яса і борошно амаранту в кількості 2%, 4%, 6%, 8 %, 10 % і 12% та відповідна кількість яловичого м'яса. За контроль було взято фарш згідно збірника рецептур, в склад якого входило 80% яловичого м'яса, 12% сала свинячого і 8% води.

Залежність органолептичних показників зразків від кількості внесеного борошна амаранту простежується наступним чином: заміна м'ясної сировини в кількості від 2% до 8% позитивно впливала на органолептичні показники напівфабрикатів і готових виробів, тоді як при додаванні борошна в кількості 10% і більше поступово знижувалася їх загальна органолептична оцінка. Зокрема, погіршувалися консистенція, смак і зовнішній вигляд виробів. Найкращі органолептичні показники мали вироби, які містили 8% борошна амаранту. Вони відзначалися доброю консистенцією, а готові вироби – ніжністю, соковитістю і приємним смаком та ароматом.



Показник	2%	4%	6%	8%	10%	12%	контроль
Зовнішній вигляд	5	5	4,9	4,8	4,5	4,25	5
Вигляд на розрізі	5	5	4,8	4,6	4,3	4	5
Консистенція	4,5	4,4	4,2	4	3,9	3,35	4,75
Смак	5	5	5	4,5	4,3	3,7	4,9
Запах	5	4,8	4,6	4,5	4,4	4,4	4,8

Рис. 1. Оцінювання споживчих характеристик термічно обробленого фаршу з вмістом борошна амаранту

Сенсорні показники зразків змінювалися при додаванні борошна амаранту таким чином: збільшення частки рослинної сировини від 2% до 8% позитивно вплинуло на сенсорні показники напівфабрикатів і готової продукції, а при додаванні борошна більше 10%, загальна сенсорна оцінка поступово знижувалася. Зокрема, погіршується консистенція, смак і зовнішній вигляд продукту. Найкращий сенсорний індекс мав продукт із 8% борошна амаранту за показником консистенції, а також соковитістю, смаком та ароматом.

Враховуючи попередні дослідження складу фаршу з кролячим м'ясом і борошном амаранту, було розроблено рецептуру комбінованих посічених напівфабрикатів (біфштексів), яка представлена в таблиці 4.

У рецептурі січених напівфабрикатів (зокрема біфштексу) використовують традиційні м'ясні інгредієнти: м'ясо котлетне з яловичини, кролика, сало. Нем'ясні інгредієнти: сухарі, спеції. Частину м'яса замінюють борошном амаранту, гідратованим рецептурною кількістю води.

Технологічний процес виробництва посічених напівфабрикатів складається з таких етапів:

- підготовка та подрібнення м'ясної сировини;
- приготування наповнювача (гідратація борошна амаранту);
- приготування м'ясного фаршу;
- формування напівфабрикату;
- холодильна обробка (охолодження або заморожування);
- реалізація.

Біфштекси можна смажити на сковороді, в духовці або запікати на грилі. На тарілку викласти лист салату, гілочку петрушки, посипати кунжутом і подавати. Страву прикрашають також маринованим імбирем.

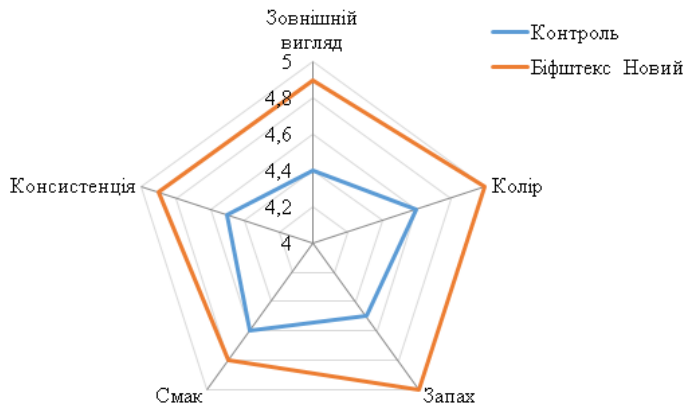
Таблиця 4

## Рецептура біфштексів з борошном амаранту, в %

Сировина	Біфштекси натуральні (контроль)	Біфштекс Новий
М'ясо котлетне із яловичини	80	46
М'ясо кроляче	-	30
Шпик свинячий несолений	12	-
Борошно амаранту	-	8
Перець чорний мелений	0,04	0,04
Сіль кухонна	1,0	1,0
Вода	6,96	14,96
Всього	100	100

Аналіз хімічного складу зразків посічених напівфабрикатів показує, що показники якості розробленого напівфабрикату відповідають вимогам чинної технічної документації (вологість менше 65%, жирність менше 20%, вміст солі в межах допустимої норми).

Для споживачів важливе значення під час вибору продукції мають її органолептичні показники. Сенсорний аналіз біфштексів проведено відповідно до міжнародних стандартів ISO. Для створення профілів застосовано метод, викладений в ДСТУ ISO 6564:2005 «Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створення спектра флейвору». Середні оцінки органолептичних показників дослідних зразків наведено на рисунку 2.



Найменування зразку	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Сумарна бальна оцінка
Біфштекси натуральні (контроль)	4,4	4,6	4,5	4,6	4,5	22,6
Біфштекс з борошном амаранту «Особливий»	4,9	5,0	5,0	4,8	4,9	24,6

Рис. 2. Оцінювання споживчих характеристик біфштексу з вмістом борошна амаранту

Якість готової продукції оцінювала експертна комісія у складі 8 осіб за п'ятибальною системою з ваговими коефіцієнтами кожного показника, таких як зовнішній вигляд, колір, смак, аромат, консистенція.

Напівфабрикати з додаванням борошна амаранту відрізняються вираженим смаком, ніжною консистенцією та соковитістю, пластичною, щільною за всією масою консистенцією, добре зберігають форму.

Напівфабрикати з січеного м'яса користуються високим попитом серед споживачів у мережах реалізації бізнес-процесів B2C (кінцевий споживач через роздрібну торгівлю) та B2B (реалізація в закладах ресторанного господарства різних форм) завдяки зниженій трудомісткості технологічних процесів.

Залежно від способу теплової обробки кінцевий продукт класифікується як смажений, відварений на пару або запечений. Було досліджено технологічні втрати для кожного з основних способів теплової обробки – смаження, запікання та приготування на парі (таблиця 5).

Таблиця 5

#### Втрати маси напівфабрикатів під час теплової обробки

Вид теплової обробки	Параметри теплової обробки		Втрати під час теплової обробки, %	
	t, °C	τ, хв	Біфштекс натуральні (контроль)	Біфштекс Новий
Варіння на парі	98...100	10...15	14,2...14,9	11,8...12,4
Смаження основним способом	150...160	8...10	30,4...32,0	19,0...20,0
Запікання	150...160	15...20	13,7...14,1	9,8...10,1

Аналіз даних таблиці 4 свідчить, що за всіх зазначених способів теплової обробки втрати маси біфштекса «Особливий» менші порівняно з контролем. Загальні втрати маси напівфабрикату з борошном амаранту та кролятиною за смаження основним способом та запікання складають до 19,0...20,0% та 9,8...10,1% відповідно, що у 1,6 та 1,4 разу менше порівняно з контролем. М'ясні вироби за зазначених способів теплової обробки характеризуються ніжною консистенцією та соковитістю. Використання панірувальних матеріалів (борошно, сухарі панірувальні) у вищезазначених процесах також може призводити до зменшення втрат із максимальним збереженням властивостей, притаманних продукту.

**Висновки.** Проведено порівняльну оцінку якості фаршу виготовленого за традиційною рецептурою з м'ясом кролика та фаршу з амарантовим борошном. Вміст рослинної добавки встановлювали на основі сенсорної оцінки, а відповідний відсоток м'яса кролика визначали за функціонально-технологічними показниками фаршу. При виробництві січених напівфабрикатів оптимальний вміст амарантового борошна для заміни м'ясних інгредієнтів становить 8%, а вміст м'яса кролика – 30%.

Дослідження функціонально-технологічних характеристик показали, що розроблений модельний фарш характеризується високою вологозв'язуючою здатністю, прийнятним вмістом вологи та традиційними органолептичними властивостями.

З урахуванням рецептурного складу доведено, що розроблена продукція є джерелом життєво важливих нутрієнтів, таких як білки, збалансовані

за амінокислотним складом (основним джерелом є м'ясо кролів); вуглеводи (борошно амаранту); вітаміни та мінеральні речовини (основним джерелом є м'ясо яловичини і).

Термообробку напівфабрикатів з м'ясом кролика і борошном амаранту можна виконувати всіма способами: смаження основним способом, як найбільш традиційне для цього виду продукції, варіння на парі й запікання, враховуючи незначні втрати під час теплової обробки.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державна служба статистики України. Тваринництво України. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/05/zb\\_tv\\_2021.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_tv_2021.pdf).
2. Споживання м'яса в Україні залишилося на довоєнному рівні. URL: <https://biz.censor.net/n3367422https://biz.censor.net/n3367422>.
3. Большакова В.А., Дроменко О.Б. Розробка технології посічених напівфабрикатів з м'яса кролів. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2009. Вип. 2. С. 158-166.
4. Грибан В.Г., Милостива Д.Ф. Забійні якості та хімічний склад яловичини за збагачення раціону мікроелементами. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Том 16, № 3. С. 45-49
5. Ланиця І.Ф. Оцінка якості продуктів переробки амаранту. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2017. Том 19, № 75. С. 81-84.

#### REFERENCES:

1. State Statistics Service of Ukraine. Animal husbandry of Ukraine. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/05/zb\\_tv\\_2021.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_tv_2021.pdf).
2. Meat consumption in Ukraine remained at the pre-war level. URL: <https://biz.censor.net/n3367422https://biz.censor.net/n3367422>.
3. Bolshakova V.A. & Dromenko O.B. (2009) Development of the technology of chopped semi-finished products from rabbit meat. Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade. Issue 2. P. 158-166.
4. Hryban V.G. & Mylostiva D.F. (2014) Slaughter qualities and chemical composition of beef for the enrichment of the diet with trace elements. Scientific Bulletin of the LNUVMBT named after S.Z. Gzhitskyi. Volume 16, No. 3. P. 45-49
5. Lanytsia I.F. (2017) Evaluation of the quality of amaranth processing products. Scientific Bulletin of the LNUVMBT named after S.Z. Gzhitskyi. Volume 19, No. 75. P. 81-84.

УДК 619:614.32:637.526.076:604  
DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.7>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ РЕЖИМІВ ІНТЕНСИВНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ РИБНОГО ФАРШУ З РІЗНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

**Приліпко Т. М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
завідувач кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчових  
продуктів Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-8178-207X

**Кузьмінська І. М.** – кандидат технічних наук,  
асистент кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчових  
продуктів Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-4499-0910

Наведені результати дослідження різних режимів інтенсивного перемішування з метою встановлення найбільш оптимальних для отримання готових страв високих смакових якостей. При цьому виходили з можливості використання електромеханічного обладнання, яким оснащені сучасні підприємства. Встановлено, що величини індикаторних показників при режимі збивання 540 об / хв і 720 об / хв досить близькі. З огляду на те, що сучасне обладнання для збивання має швидкість обертання робочих органів не перевищують 540 ... 670 об / хв, для подальших досліджень нами прийнятий режим інтенсивного перемішування зі швидкістю робочих органів 540 об / хв. Час інтенсивного перемішування 3 ... 4 хв. Готові вироби, отримані з котлетної маси, підданій інтенсивному перемішуванню зі швидкістю робочого органу 540 об / хв. Протягом 3 ... 4 хв., добре зберігають форму, мають високі органолептичні показники, зокрема звертає на себе увагу рівномірність скоринки, ніжність, соковитість. Зразки виробів з більш високими значеннями структурно-механічних показників, мали більш високу органолептичну оцінку. Консистенція котлетної маси стає однорідною, пишною, пружною, добре формується. Більш високою є і органолептична оцінка готових виробів. Так, зовнішній вигляд характеризується рівномірністю скоринки золотистого кольору, без тріщин, деформації. Проведені дегустації нових і традиційних фаршевих систем мали певні відмінності. Так у виробів, приготованих за розробленою технологією, консистенція на розрізі однорідна, соковита, пружна. Смак і запах присмні; яскраво виражений аромат, властиві рибним биточкам. Фарші, в рецептурі яких входили сухі порошкоподібні прянощі, приготовані з використанням інтенсивного перемішування зберігалися при 0 ... -10 С більш тривалий час без видимих змін їх якості: продукти не мали вираженого запаху окисленого жиру. В результаті досліджень встановлено, що фарши з фітодобавками, що зберігався 15 діб, не містив продукти окислення ліпідів. Спектрів поглинання в області 230 ... 300 нм не спостерігалось. Чим довший відбувалося перемішування, тим фарши і вироби з нього ставали більш в'язкими.

**Ключові слова:** риба, фарши, режим, прянощі, інтенсивне перемішування, смак, механічна обробка.

**Prylipko T. M., Kuzminska I. M. Effectiveness of different regimes of intensive mixing of minced fish with different fillers**

The results of the study of various modes of intensive mixing with the aim of establishing the most optimal for obtaining ready-made dishes with high taste qualities are given. At the same time, it was possible to use the electromechanical equipment that modern enterprises are equipped with. It was established that the values of the indicator indicators at the whipping mode of 540 rpm and 720 rpm are quite close. Considering the fact that modern equipment for whipping has a speed of rotation of the working organs not exceeding 540 ... 670 rpm, for further research we have adopted the mode of intensive mixing with a speed of the working organs of 540 rpm. The time of intensive mixing is 3 ... 4 min. Finished products obtained from cullet mass subjected to intensive mixing at a speed of the working body of 540 rpm. Within 3 ... 4 minutes,



*they keep their shape well, have high organoleptic indicators, in particular, the uniformity of the crust, tenderness, and juiciness draw attention. Samples of products with higher values of structural and mechanical indicators had a higher organoleptic evaluation. The consistency of the cutlet mass becomes homogeneous, lush, elastic, well formed. The organoleptic evaluation of finished products is also higher. So, the appearance is characterized by the uniformity of the golden-colored crust, without cracks or deformation. The tastings of new and traditional minced meat systems had certain differences. Thus, products prepared according to the developed technology have a homogeneous, juicy, elastic texture when cut. The taste and smell are pleasant; pronounced aroma characteristic of fish balls. Minced meat, the recipes of which included dry powdered spices, prepared using intensive mixing, were stored at 0 ... -10 C for a longer time without visible changes in their quality: the products did not have a pronounced smell of oxidized fat. As a result of research, it was established that minced meat with phyto-additives, which was stored for 15 days, did not contain lipid oxidation products. Absorption spectra in the region of 230 ... 300 nm were not observed. The longer the mixing took place, the more viscous the minced meat and its products became.*

**Key words:** fish, minced meat, regime, spices, intensive mixing, taste, mechanical processing.

**Постановка проблеми.** У громадському харчуванні чимала частка страв готується з рибного фаршу з різними наповнювачами. Оскільки океанічна риба надходить в замороженому стані, то здатність білків до додаткової гідратації після дефростації знижуються [7, с. 83, 8, с. 11], що в свою чергу, знижує вологоутримуючу здатність, структурно-механічні властивості рибних фаршів, їх формувальні властивості.

При виробництві рубаних виробів основним процесом є механічна обробка – подрібнення, перемішування. При механічній обробці забезпечується рівномірний розподіл в системі всіх компонентів, а також зв'язування води частинками фаршу. У м'ясній промисловості для поліпшення фізико-механічних властивостей ковбасної маси рекомендують застосовувати низькочастотну вібрацію [1, с. 251, 4, с. 116, 9, с. 2]. При цьому звертається увага на розробку оптимальних режимів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** Встановлено [3, с. 116, 6, с. 85, 10, с. 3], що низькочастотна вібрація в поєднанні з механічним перемішуванням дозволяє змінити фізико-хімічні та фізико-механічні властивості речовин, які мають колоїдну структуру, наприклад харчових продуктів, підвищити їх вихід.

Технологічна схема приготування рубаних кулінарних виробів з риби включає операції з подрібнення і змішування. Відомо, що якість готових виробів з фаршу залежить від ряду технологічних факторів, в тому числі і від ступеня ізмельчення, дисперсності частинок. Однак ступінь подрібнення фарша, при приготуванні його в підприємствах громадського харчування обмежується діаметром отворів решітки м'ясорубки (мінімальний діаметр 5 мм). Поряд з цим, при приготуванні ряду страв в підприємствах громадського літання застосовуються вибивальні машини. Відомо, що при збиванні відбувається аерація маси і емульгування частинок, насичення маси киснем повітря.

**Постановка завдання.** Завданням цього дослідження було вивчення можливості досягнення хороших структурно-механічних властивостей фаршевих маси шляхом інтенсивного перемішування збивальною машиною, виключивши перемішування на фаршмішалці.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Можна припустити, що перемішування фаршевих мас при високих швидкостях (інтенсивне перемішування) буде сприяти отриманню напівфабрикату кращої консистенції, з хорошими формувальними властивостями і готового продукту високих смакових переваг. Інтенсивне перемішування маси забезпечить рівномірний розподіл всіх компонентів при одночасному насиченні повітрям, що буде сприяти поліпшенню її якостей,

У ході дослідження були вивчені різні режими інтенсивного перемішування з метою встановлення найбільш оптимальних для отримання готових страв високих смакових якостей. При цьому ми виходили з можливості використання електромеханічного обладнання, яким оснащені сучасні підприємства громадського харчування: збивальні машини типу: МВ-6, МВ-35, МВ-35 М, МВ-60, універсальні приводи, Sunny, Bosh і ін. В лабораторних застосовувався "Рось" [11, с. 24].

Швидкість обертання робочого органу визначали строботохемометром типу ІСТ-1М, Змінюючи напругу, що подається на вал взбивача, отримували необхідну швидкість обертання робочого органу. Оскільки, структурно-механічні показники є визначальними для оцінки якості фаршевих маси, то в якості індикаторних показників були використані: вологоутримуюча здатність, ніжність, максимальне напруження зсуву, технологічний тест.

Для визначення оптимальних режимів інтенсивного перемішування, в пошукових дослідженнях застосовувалися 5 швидкості обертання робочого органу – 560 об / хв; 54-0 об / хв; 720 об / хв. Котлетна маса готувалася з палтуса і ляща. Контролем була котлетна маса, приготовлена за традиційною технологічною схемою.

Як видно з табл. 1 величини індикаторних показників при режимі збивання 540 об / хв і 720 об / хв досить близькі. З огляду на те, що сучасне обладнання для збивання має швидкість обертання робочих органів не перевищують 540 ... 670 об / хв, для подальших досліджень нами прийнятий режим інтенсивного перемішування зі швидкістю робочих органів 540 об / хв. Час інтенсивного перемішування 3 ... 4 хв.

Інтенсивність режиму збивання залежить від ефективної в'язкості, швидкості і напруження зсуву рибної котлетної. Встановлено [2, с. 171, 5, с. 4,], що ефективна в'язкість змінюється обернено пропорційно швидкості зсуву. В'язкість знижується зі збільшенням швидкості зсуву. Крім того, зі збільшенням швидкості зсуву збільшується напруга зсуву. Тому, збивання не може бути дуже тривалим, що призведе до розрідження котлетної маси і погіршення формувальних властивостей даного рибного фаршу.

Таблиця 1

### Вплив швидкості інтенсивного перемішування на структурно-механічні властивості котлетної маси

Показники	Котлетна маса із палтуса				Котлетна маса із ляща			
	Контроль	Швидкість, об/хв.			Контроль	Швидкість, об/хв.		
		360	540	720		360	540	720
Вологість	71,3±0,24	71,5±0,31	71,8±0,25	70,2±0,29	72,2±0,21	72,4±0,19	71,6±0,23	71,9±0,18
Вологоутримуюча здатність, %	44,8±0,78	45,6±0,67	48,1±0,93	49,6±0,71	42,6±0,46	43,1±0,54	45,4±0,43	46,3±0,51
Ніжність, см <sup>2</sup> / г	437±16	453±11	479±16	486±9	376±19	385±21	405±17	420±23
Гранична напруга зсуву, Па	247±12	256±11	272±8	275±13	238±9	246±11	259±10	263±13
Пластична в'язкість, Па.с	16,5±1,02	16,8±1,11	17,8±0,98	18,2±1,07	15,8±0,83	16,1±0,77	16,8±0,93	17,3±1,01

Готові вироби, отримані з котлетної маси, підданій інтенсивному перемішування зі швидкістю робочого органу 540 об / хв. Протягом 3 ... 4 хв., добре

зберігають форму, мають високі органолептичні показники, зокрема звертає на себе увагу рівномірність скоринки, ніжність, соковитість.

Консистенція котлетної маси стає однорідною, пишною, пружною, добре формується. Більш високою є і органолептична оцінка готових виробів. Так, зовнішній вигляд характеризується рівномірністю скоринки золотистого кольору, без тріщин, деформації.

Зразки виробів з більш високими значеннями структурно-механічних показників, мали більш високу органолептичну оцінку.

Таблиця 2

**Органолептичні показники якості рибних битків  
(фарш отриманий при інтенсивному перемішуванні)**

Показники якості	Коефіцієнт вологості	Образці							
		Традиційна рецептура		З сухим молоком і сухими прянощами		З сосьвим борошном і сухими прянощами		З сосьвим текстуратом і сухими прянощами	
		Оцінка в балах	Сума балів	Оцінка в балах	Сума балів	Оцінка в балах	Сума балів	Оцінка в балах	Сума балів
Зовнішній вигляд	0,2	3,4	0,68	4,7	0,94	5,0	1,0	5,0	1,0
Колір	0,1	5,0	0,5	5,0	0,5	5,0	0,5	5,0	0,5
Запах	0,15	5,0	0,75	5,0	0,75	5,0	0,75	5,0	0,75
Смак	0,3	5,0	1,5	5,0	1,5	4,9	1,47	5,0	1,5
Консистенція	0,25	4,6	1,15	4,6	1,15	5,0	1,25	5,0	1,25
Середній бал		4,58		4,84		4,97		5,0	

Проведені дегустації нових і традиційних фаршевих систем мали певні відмінності. Так у виробів, приготованих за розробленою технологією, консистенція на розрізі однорідна, соковита, пружна. Смак і запах приємні; яскраво виражений аромат, властиві рибним биточкам.

Дослідження змін ліпідів у процесі зберігання різних видів фаршу, приготованих за традиційною технологією і підданих інтенсивному перемішуванню, а також виробів з них характеризуються різними показниками якості. Фарші, в рецептури яких входили сухі порошкоподібні прянощі, приготовані з використанням інтенсивного перемішування зберігалися при 0 ... -10 С більш тривалий час без видимих змін їх якості: продукти не мали вираженого запаху окисленого жиру. Причини, що викликали це явище вивчали за допомогою методів УФ-спектроскопії.

Встановили, що УФ-спектри зразків жиру, трьох фаршів з рибної котлетної маси: рибний фарш без наповнювачів, рибний фарш з наповнювачами (традиційна технологія), рибний фарш з наповнювачами та фітодобавками, підданий інтенсивного перемішування, у багатьох показниках компонентах ідентичні і визначають чіткі максимуми поглинання, характерні для спарених дієнових структур. Слабкі їх витяжки відповідають поглинанню спарених Трієнт і тетраєнтов. Ця ж залежність спостерігається і для інших зразків.

Таблиця 3

**Вплив інтенсивного перемішування на структурно-механічні властивості  
рибної котлетної маси залежно від тривалості збивання**

Характеристика образця	Вологість, %	Волого-утримуюча здатність, %	Ніжність см <sup>2</sup> /г	Граничн напругу зсуву, Па	Технологічний тест, %
Традиційна рецептура	71,3±0,24	44,8±0,78	437±16	247±12	75±5
З сухим молоком і сухими пряностями	71,8±0,25	48,1±0,93	479±16	272±8	85±4
З соєвим борошном і сухими пряностями	70,9±0,35	46,2±0,51	472±18	253±14	85±3
З соєвим текстуратом і сухими пряностями	71,5±0,37	49,0±0,47	514±13	270±6	90±3
З «Біовітом» і сухими пряностями	69,52±0,31	50,4±0,69	536±18	278±7	100±4
Традиційна рецептура	70,45±0,42	51,7±0,71	579±14	289±15	100±4
З сухим молоком і сухими пряностями	69,89±0,27	51,6±0,63	531±15	266±13	100±5
Контроль борошном і сухими пряностями	70,65±0,45	52,3±0,67	571±12	283±16	100±3

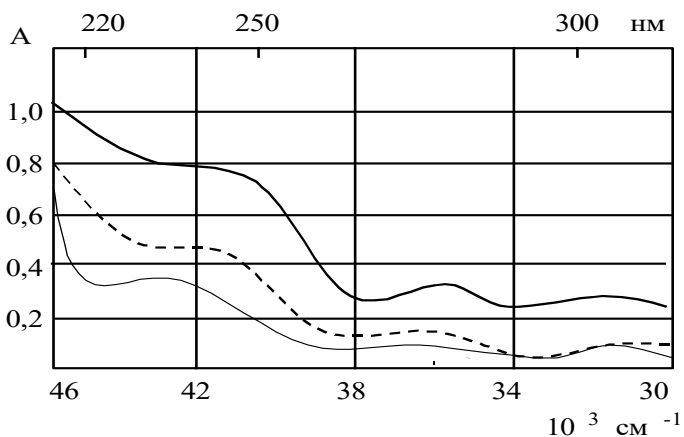


Рис. 1. УФ-спектри гексанових розчинів жиру рибних фаршів

Окиснення рибних ліпідів починається з освіти пов'язаних дієнових гідроперекисей, поглинаючих 230 нм. При окисленні рибних ліпідів з'являються пов'язані дієнових структури, що не містять гідроперекисних груп, які поглинають 230 нм. Їх поява в перших 2 зразках відбувається тим швидше, чим вище вихідна ненасиченість ліпідів і температура зберігання. Поглинання 230 ... 300 нм в початкових рибних ліпідах обумовлені речовинами, супутніми тригліцеридів. Окиснення рибних ліпідів навіть в м'яких умовах супроводжується утворенням пов'язаних трієнов, поглинаючих \* 270 н.м. Це поглинання лише частково обумовлено ненасиченими карбональня сполуками.

В результаті досліджень встановлено, що фарш з фітодобавками, що зберігався 15 діб, не містив продукти окислення ліпідів. Спектрів поглинання в області 230 ... 300 нм не спостерігалось.

**Висновки.** Зміна структурно-механічних властивостей фаршів залежить від ступеня перемішування. Чим довший відбувалося перемішування, тим фарш і виробі з нього ставали більш в'язкими. Максимальне напруження зсуву залежить від виду панірування і інтенсивності перемішування. Так за всіма показниками контрольний зразок мав вищі показники в порівнянні з експериментальним. Поверхневі шари смажених виробів мають більш високу максимальне напруження зсуву в порівнянні з внутрішніми шарами (поверхневі – в 2,04 рази більше контроль від експерименту, а внутрішні відповідно – в 1,54 рази). Однак на більш однорідних виробках в процесі теплової обробки утворюється менш щільна кірка і виріб залишається соковитим.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Корнейко О.А., Васюкова Г.Т., Медведовський Я.С., Коган М.Г. Вивчення можливості використання екстрактів рослинної сировини як оксидантів окиснення жиромісних продуктів. *Обладнання та технології харчових виробництв. Тематичний збірник наукових праць*. Донецьк: ДонДУЕТ, 1999. Випуск 3. С. 251-255.
2. Мацук Ю. А., Іщенко Н. В., Супрун Е. М., Пасічний В. М. Теоретичні та прикладні аспекти виробництва м'ясо-рибних напівфабрикатів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології*. 2016. № 18. С. 171-173.
3. Пасічний В. М., Степаненко І. О., Міщук М. Ю., Макарчук М. Р., Вишнівенко С. В., Ястреба Ю. А. Удосконалення технологій м'ясо-рибних напівфабрикатів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 1. С. 116-120.
4. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: монографія / Пересічний М.І. та ін.; за ред. М.І. Пересічного. Київ: КНТЕУ, 2008. 718 с.
5. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017.
6. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects*. Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016. 2016. S.85-89.
7. Tetiana Prylipko, Volodymyr Kostash, Viktor Fedoriv, Svitlana Lishchuk, Volodymyr Tkachuk. Control and Identification of Food Products Under EC Regulations and Standards. *International Journal of Agricultural Extension*. Special Issue (02) 2021. p.83-91.
8. Розширення асортименту рибних продуктів. URL: [https://pidru4niki.com/84318/tovaroznavstvo/rozshirennya\\_asortimentu\\_ribnih\\_produktiv](https://pidru4niki.com/84318/tovaroznavstvo/rozshirennya_asortimentu_ribnih_produktiv) (дата звернення: 24.06.2020).
9. Технологія приготування страв і харчових продуктів із риби і морепродуктів. URL: [https://pidru4niki.com/84281/tovaroznavstvo/ehnologiya\\_prigotuvannya\\_strav](https://pidru4niki.com/84281/tovaroznavstvo/ehnologiya_prigotuvannya_strav) (дата звернення: 06.06.2020).
10. Тваринні білки ТД «Технологія Трейд». URL: <https://www.ttr.in.ua/products/nutritional-supplements/animal-proteins> (дата звернення 12.04.20)
11. Федорова Д. В., Кузьменко Ю. В. Технологічні аспекти комплексного використання бичка азівського замороженого у виробництві риборослинних напівфабрикатів. *Наук. пр. НУХТ*. Київ : НУХТ, 2015. Т. 22. № 6 (22). С. 23–29.

## REFERENCES:

1. Korneiko O.A., Vasiukova H.T., Medvedovsky Ya.S., Kohan M.H. (1999). Vychennia mozhyvosti vykorystannia ekstraktiv roslynnoi syrovyny yak oksydantiv okysnennia zhyrovmyshnykh produktiv. *Obladnannia ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv. Tematychnyi zbirnyk naukovykh prats.* Donetsk: DonDUET, Vypusk 3. S. 251-255. [in Ukrainian].
2. Matsuk Yu. A., Ishchenko N. V., Suprun E. M., Pasichnyi V. M. (2016). Teoretychni ta prykladni aspekty vyrobnytstva miaso-rybnykh napivfabrykativ. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoimedytyny ta biotekhnologii imeni SZ Gzhytskoho. Seriya: Kharchovi tekhnologii.* № 18. S. 171-173. [in Ukrainian].
3. Pasichnyi V. M., Stepanenko I. O., Mishchuk M. Yu., Makarchuk M. R., Vyshnyvenko S. V., Yastreba Yu. A. (2015). Udoskonalennia tekhnologii miaso-rybnykhnapivfabrykativ. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobkyproduksii tvarynnytstva.* № 1. S. 116-120. [in Ukrainian].
4. Tekhnolohiia produktiv kharchuvannia funktsionalnoho pryznachennia: monohrafiia (2008). / za red. M.I. Peresichnoho. Kyiv: KNTEU, 718 s. [in Ukrainian].
5. DSTU 8380:2015 (2017). Miaso ta miasni produkty. Metod vymiriuvannia masovoi chastky zhyru. Chynnyi vid 2017-07-01. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, [in Ukrainian].
6. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. (2016). Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects. Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016. S.85-89. [in Ukrainian].
7. Tetiana Prylipko, Volodymyr Kostash, Viktor Fedoriv, Svitlana Lishchuk, Volodymyr Tkachuk. (2021). Control and Identification of Food Products Under EC Regulations and Standards. *International Journal of Agricultural Extension. Special Issue (02) P.83-91.* [in Ukrainian].
8. Rozshyrennia asortymentu rybnykh produktiv. URL: [https://pidru4niki.com/84318/tovaroznavstvo/rozshirennya\\_asortimentu\\_ribnih\\_produktiv](https://pidru4niki.com/84318/tovaroznavstvo/rozshirennya_asortimentu_ribnih_produktiv) (data zvernennia: 24.06.2020) [in Ukrainian].
9. Tekhnolohiia pryhotuvannia strav i kharchovykh produktiv iz ryby i moreproduktiv. URL: [https://pidru4niki.com/84281/tovaroznavstvo/ehnologiya\\_prigotovannya\\_strav](https://pidru4niki.com/84281/tovaroznavstvo/ehnologiya_prigotovannya_strav) (data zvernennia: 06.06.2020) [in Ukrainian].
10. Tvarynni bilky TD «Tekhnolohiia Treid». URL: <https://www.ttr.in.ua/products/nutritional-supplements/animal-proteins> (data zvernennia 12.04.20) [in Ukrainian].
11. Fedorova D. V., Kuzmenko Yu. V. (2015). Tekhnolohichni aspekty kompleksnoho vykorystannia bychka azovskoho zamorozhenoho u vyrobnytstvi ryboroslynnykh napivfabrykativ. *Nauk. pr. NUKhT.* Kyiv : NUKhT, T. 22. № 6 (22). S. 23–29. [in Ukrainian].

УДК 311.21

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.8>

## ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ВИРОБНИЦТВА ЗБИВНИХ ЦУКЕРОК ТИПУ «ПТАШИНЕ МОЛОКО» В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

**Резвих Н. І.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-4727-512X

**Дзюндзя О. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-1996-7065

**Винарчук Г. В.** – магістрант II курсу біолого-технологічного факультету  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0009-0002-7806-7267

Стаття присвячена актуальному питанню аналізу сучасних тенденцій у виробництві кондитерських виробів, а саме асортименту цукерок «Пташине молоко». Кожного року підприємства модернізують власні розробки, тому якою є зараз номенклатура цих солодоців наразі невідомо.

Проаналізовані три світові історичні виробництва цієї продукції та варіації, що створені на базі класичної рецептури. При цьому визначено, що інші торгові марки створюють подібні солодоці, проте називають їх інакше, оскільки не мають прав на цю інтелектуальну власність. Загалом за кордоном переважає саме класичне суфле у глазурі, тобто збивний корпус у кондитерській глазурі або шоколаді.

Вивчено особливості складу кондитерських виробів типу «Пташине молоко», що вироблені на базі вітчизняних підприємств та мають відмінні від оригінальної рецептури компоненти. Зроблений висновок, що лише одна торгова марка представляє такі цукерки у рамках раціонального харчування, оскільки не містить цукор. Таким чином, асортимент у торгових мережах досить бідний, а вищевказане підприємство займає позицію лідера. З цього зрозуміла необхідність розширення номенклатури цукерок типу «Пташине молоко», а особливо підвищення їх біологічної цінності адже у цьому сегменті ринку конкуренція мінімальна.

Досліджено розробки вітчизняних вчених щодо поліпшення складу зазначених солодоців. Визначено, що вони є доречними у технологічному сенсі та збільшуються кількістю нутрієнтів. Проте не виключається використання цукру у рецептурі, а це є суттєвим недоліком, оскільки унеможливує споживання продукції певними групами населення. Ці наукові пошуки підтверджують припущення щодо необхідності з розробки збивних цукерок типу «Пташине молоко» без цукру та з додаванням компонентів, що підвищують вміст біологічно активних речовин.

**Ключові слова:** кондитерські вироби, асортимент, «Пташине молоко», рецептура.

**Rezvykh N. I., Dzyundzya O. V., Vinarchuk H. V. Study of current production trends of the whipped candies "Bird's milk" type in Ukraine and in the world**

The article is devoted to the topical issue of the analysis of modern trends in the production of confectionery products, namely the range of "Bird's milk" candies. Every year, companies modernize their own developments, so it is currently unknown what the current range of these sweets is.

Three world historical productions of this product and variations created on the basis of the classic recipe are analyzed. At the same time, it is determined that other brands create similar sweets, but call them differently, since they do not have the rights to this intellectual property. In

general, it is the classic soufflé in glaze that prevails abroad, i.e., a whipped body in confectionery glaze or chocolate.

The peculiarities of the composition of "Bird's milk" confectionery products, which are produced on the basis of domestic enterprises and have components different from the original recipe, have been studied. It was concluded that only one brand represents such candies as part of a healthy diet, as it does not contain sugar. Thus, the assortment in retail chains is quite poor, and the above-mentioned enterprise occupies a leading position. From this, it became clear the need to expand the range of "Bird's milk" candies, and especially to increase their biological value, because the competition in this segment of the market is minimal.

The developments of domestic scientists regarding the improvement of the composition of these sweets were studied. It was determined that they are appropriate in the technological sense and increase the number of nutrients. However, the use of sugar in the recipe is not excluded, and this is a significant drawback, as it makes it impossible for certain groups of the population to consume the products. These scientific searches confirm the assumptions about the need to develop whipped candies of the "Bird's milk" type without sugar and with the addition of components that increase the content of biologically active substances.

**Key words:** confectionery, assortment, "Bird's milk", recipe.

**Вступ.** Кондитерські вироби як поняття включає досить велику кількість різноманітної продукції, що різняться за складом, способом виробництва та шляхом споживання. Одними з них є цукерки «Пташине молоко», які виробляються з 1939 р. З плином часу виробництва модернізуються, а технології удосконалюються, що впливає на класичні варіанти, які відомі здавна. Тому варто дослідити асортимент збивних цукерок, що зараз доступні споживачеві.

**Постановка проблеми.** Для визначення шляхів розвитку підприємства, технологічної схеми та рецептури необхідно регулярно опрацьовувати наявні тенденції у галузі, світові тренди та виокремлювати пусті ніші для заповнення. Саме такий комплексний підхід до розробок надає можливість обґрунтовано розширювати асортимент наявної продукції, який відповідав потребам споживачів та визначав шляхи поліпшення рецептур. Оскільки кондитерське виробництво знаходиться у постійній динаміці, то необхідно вивчити наявну продукцію збивних цукерок типу «Пташине молоко» задля виділення невирішених питань.

**Мета дослідження.** Метою статті є дослідження існуючого ринку збивних цукерок типу «Пташине молоко» та тенденцій вітчизняних наукових розробок цього напрямку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням аналізу ринку та тенденцій виробництв займалось досить велика кількість вчених. У кондитерському секторі це питання досліджували Бочко О.Ю. та Балюк У.О., які висвітлили наслідки пандемії та воєнного стану на функціонування галузі [1]. Демяченко К.А. [2] показав основні тенденції розвитку ринку в сучасних умовах. Донцул А. та Однодолько В. [3] зосередились на проблемах та перспективах розвитку виробництв, що витікають з результатів аналізу кондитерського сектору. Натомість Івашко Л.М. та Михайлова Д.С. [4] змодельовали конкурентні позиції на ринку товарів та послуг такої продукції як цукерки та шоколад.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** «Пташине молоко» – це збивні цукеркові маси, де суфле отримують шляхом збивання цукрових сиропів з яєчним білком. Після одержання піноподібної маси в неї додають інгредієнти, що визначають її смак. Зазвичай ці кондитерські вироби покривають глазур'ю.

У результаті аналізу загальної класифікації цукерок (рис. 1) та наявного асортименту найпопулярніших торгових мереж «АТБ», «Сільпо», «Фора», «Novus», «Ашан», «Рукавичка», «Лоток» робимо висновок, що серед широкого асортименту цукерок можна спостерігати наявність обмеженої кількості типу «Пташине молоко».



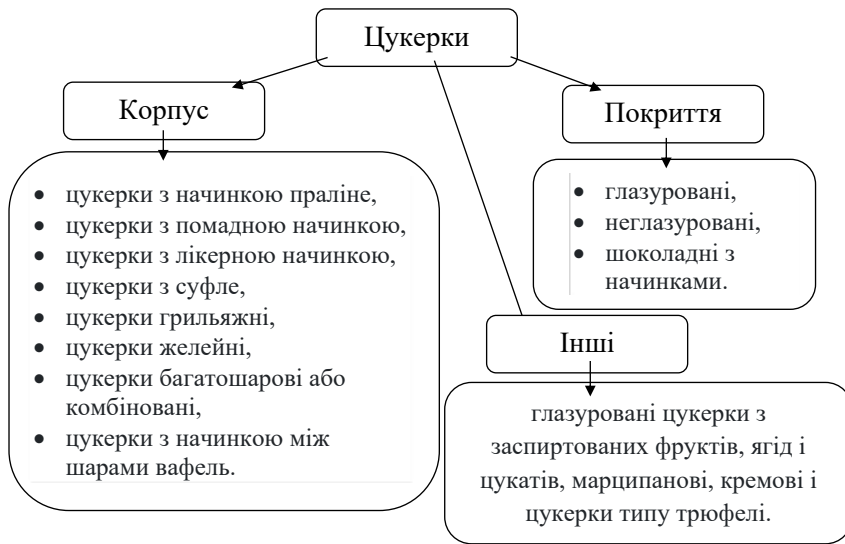


Рис. 1. Класифікація цукерок

Кондитерські вироби «Пташине молоко» мають пухку збивну масу та глазуру, якою покривають корпус. Саме ніжність основи надає цукеркам відмінності, тому збереження цих властивостей є основною метою будь-якого виробника. У Світі вони виробляються з 1936 р та у даний час є зареєстрованими у декількох країнах наведеними (табл. 1) фабриками. Цей факт пов'язаний з історією виникнення рецептури, що бере початок з Республіки Польщі, та територіальними особливостями кухні різних народів. Усі інші виробники, що виробляють подібні цукерки, називають їх інакше оскільки не мають прав на оригінальну назву (наприклад, «Альпійське молоко» ТМ «Milka»).

Тим не менш, що очевидно з таблиці 1, серед вказаних виробників лише один почав використовувати потенційні можливості виробу. Натомість вітчизняні сучасні дослідники плідно працюють над питанням покращення складу цих цукерок. Калиною В.С. запропоновано додавати бджолине обніжжя у глазуру, що надає нові смако-ароматичні властивості та поліпшує вміст нутрієнтів [5].

Таблиця 1

## Світові історичні виробники цукерок «Пташине молоко»

Назва	Країна	Особливість
Ptasie Mleczko	Республіка Польща, компанія «E. Wedel Company»	Оригінальна рецептура з 1939 р.
Lapte de pasăre	Республіка Молдова, фабрика «Vicusia»	Випускають лише класичний варіант
Linnupiim	Республіка Естонія, фабрика «Kalev»	У 2021 р. випустили зі смаком грейпфрута

Дорохович А.М., Дорохович В.В., Кохан О.О. також вважають за необхідне вдосконалити технологію виробництва цукерок типу «Пташине молоко», оскільки

на основі органолептичних і структурно-механічних показників цукеркової збивної маси з додаванням фруктової складової наведено фатальний вплив вологи, яка змінює виріб не в ліпшу сторону [6]. При цьому Кохан О.О. пропонує стратегічно нову рецептуру на основі рослинних білків та морквяного пюре.

Шидакова-Каменюка О.Г., Шкляев О.М., та Степанькова Г.В. рекомендують додавати насіння чіа у рецептуру в кількості 4,5–6,0%, що відображається позитивно на якісних характеристиках та хімічному складі цукерок [7]. Цей результат базується на здатності запропонованого компоненту поглинати вологу, що тим самим покращує структуру кондитерських виробів.

Наведені пропозиції є цікавими та доречними у технологічному сенсі, проте вони не виключають використання цукру. У випадку застосування концепції підвищення біологічно активних речовин додатково до відсутності глюкози у продукті варто додати ті, що можуть покращити рівень харчування населення та не будуть занадто відзначатись на загальній вартості кілограму.

У результаті дослідження доступних літературних джерел зрозуміло, що в доступі споживачів України є переважно класичний варіант, проте виробники виробляють деякі альтернативні вироби (табл. 2) [8-14], хоча вони доступні не у всіх торгових мережах, а подекуди лише у інтернет-магазинах або шляхом імпортування через передзамовлення.

Таблиця 2

**Асортимент кондитерських виробів з альтернативним складом типу  
«Пташине молоко» в Україні**

Назва	Виробник	Особливості складу
«Пташине молоко зі смаком банан», «Пташине молоко зі смаком малина»	ТМ «Жако»	Додані натуральні ароматизатори та барвники
Пташине молоко з кокосовим смаком	ТМ «Magnetic» (Республіка Польща)	У корпусі біла кокосова стружка
«Пташине молоко з ваніллю»	Spell chocolate	Не містить пальмової олії, включає натуральну ваніль
«Пташине молоко з вершковим ароматом у кондитерській вершковій глазури»	ТМ «TONIYA»	Молочна глазур має у своєму складі молоко сухе обезжирене і сироватку суху
«Пташине молоко шоколадне»	ТМ «BC» (Республіка Польща)	Містить вершкове масло
«Пташине молочко зі стевією», «Пташине молоко з шоколадом»	ТМ «Корисна кондитерська»	Не містить цукру
«Пташине молоко у чорному шоколаді»	ТМ «Любимов»	Покриття корпусу чорним шоколадом

З таблиці 2 очевидно, що серед запропонованих цукерок лише продукція ТМ «Корисна кондитерська» може бути використана у раціональному харчуванні, оскільки не містить цукру. Інші запропоновані варіанти лише створюють видимість вибору, адже у класичну рецептуру додають барвники, ароматизатори чи змінюють тип покриття корпусу.

Стає зрозумілою необхідність розробки нових цукерок типу «Пташине молоко», що докорінно змінить напрямки їх вживання. У цьому випадку солодощі стануть доцільним додатком у раціональному, оздоровчому, спортивному харчуванні за рахунок підвищення їх біологічної цінності.

Якщо аналізувати маркетингову складову кондитерських виробів, то з 2021 р. наявно декілька трендів, що відповідають сучасним умовам. Перший полягає у наявності патріотичних гасел у назві чи використанні державної символіки на пакуванні. Другий полягає у постачанні вітчизняній армії продукції з покращеними біологічними властивостями. Застосування таких прийомів суттєво збільшує продажі та швидко популяризує торгову марку [15].

Якщо аналізувати ці тенденції як напрямки розвитку сучасного виробництва, то стає зрозумілим перспективний шлях нарощування потужностей. Проте наразі це відбувається за умови виготовлення продукції низької та середньої цінової категорії, оскільки знизилась купівельна спроможність споживачів.

**Висновки і пропозиції.** Дослідження показали, що серед широкого асортименту вироблених вітчизняних цукерок можна спостерігати наявність обмеженої кількості типу «Пташине молоко». При цьому серед ряду виробників лише продукція ТМ «Корисна кондитерська» може бути використана у раціональному харчуванні. Разом з тим наведені пропозиції вітчизняних дослідників є цікавими та доречними у технологічному сенсі, проте вони не виключають використання цукру. Світовий же досвід полягає у виробленні загалом класичного варіанту таких збивних цукерок та не мають підвищеної біологічної цінності. Тому перспективами подальших досліджень є дослідження можливості розробки корисних цукерок типу «Пташине молоко» зі збільшеною кількістю нутрієнтів без цукру для певних груп населення, що дозволить популяризувати концепцію здорового харчування та надати можливість вибору тим, хто його вже обрав.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бочко О.Ю., Балик У.О., Карпій О.П. Дослідження ринку кондитерських виробів: вплив пандемії та війни. *Актуальні проблеми регіонального економічного розвитку*, 2022. № 2(18). С. 264-273.
2. Демяненко К.А. Тенденції розвитку кондитерського ринку України в сучасних умовах. *Молодий вчений*, 2016. № 9. С. 45-50.
3. Донцул А., Однодолько В. Аналіз ринку кондитерських виробів України: проблеми та перспективи розвитку. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*, 2018. № 5. С. 67-84.
4. Івашко Л.М., Михайлова Д.С. Моделювання виробничої стратегії компанії з виробництва шоколадних цукерок та шоколаду. *Причорноморські економічні студії*, 2018. № 35 (2). С. 167-174.
5. Калина В.С., Олійник О.В. Удосконалення рецептури кремово-збивних цукерок «Чарівне молоко», збагачених бджолиним обніжжям. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2019. № 2 (69)). С. 93-98.
6. Дорохович А.М., Дорохович В.В., Кохан О.О. Технологія збивних цукеркових мас легкого типу на агарі потребує удосконалення. *Хлібний і кондитерський бізнес*. 2020. № 7. С. 29-31.
7. Шидакова-Каменюка О.Г., Шкляєв О.М., Степанькова Г.В. Вплив насіння чіа на якісні характеристики та хімічний склад кремово-збивних цукерок. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2019. № 1. С. 185-199.

8. Цукерки «Пташине молоко з шоколадом» ТМ «Корисна Кондитерська». Пан і веган: веб сайт. URL: [https://panivegan.com/ua/p1108804969-konfety-ptiche-moloko.html?source=merc\\_hant\\_center](https://panivegan.com/ua/p1108804969-konfety-ptiche-moloko.html?source=merc_hant_center)

9. Цукерки суфле «Пташине молоко із вершковим ароматом покриті кондитерською молочною глазур'ю» ТМ «TONIYA». naDessert: веб сайт. URL: [https://nadessert.com.ua/ua/p1675359437-konfety-sufle-ptiche.html?source=mer\\_chant\\_center](https://nadessert.com.ua/ua/p1675359437-konfety-sufle-ptiche.html?source=mer_chant_center)

10. Цукерки «Пташине молоко у чорному шоколаді» ТМ «Любимов». Millennium: веб сайт. URL: <https://millennium-trade.com/ru/konfety-lyubimov-ptiche-moloko-v-chernom-shokolade-150g>

11. «Пташине молоко шоколадне». Цукорка: веб сайт. URL: <https://cukorka.com.ua/tsukerky/ptashine-moloko/ptashine-moloko-shokoladne/>

12. Цукерки «Пташине молоко з ваніллю» ТМ «Spell»: web site. URL: <https://rozetka.com.ua/spell-2190759907595/p335093299/characteristics/>

13. Magnetic Podniebne Mleczko з кокосовим смаком. EuroOPT: web site. URL: <https://euro-opt.shop/ru/konfety/2360-ptiche-moloko-magnetic-podniebne-mleczko-s-kokosovym-vkusom-380g.html>

14. «Пташине молоко зі смаком малина-банан» ТМ «Жако». Bigl: web site. URL: <https://bigl.ua/ua/p1783059597-чраковка-tsukerok-zhako>

15. Ринок кондитерської продукції: тренди та успішні рішення. ProConsulting: web site. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-konditerskoj-produkcii-trendy-i-uspeshnye-resheniya-tezisy-s-vystupleniya-pro-consulting-na-konferencii-konditerskij-biznes-2022>

#### REFERENCES:

1. Bochko, O. Y., Balyk, U. O., & Karpiy, O. P. (2022). Confectionery Market Research: Impact of Pandemic and War. *The actual problems of regional economic development*, 2(18), 264-273. [in Ukrainian]

2. Demyanenko, K. A. (2016). Development trends of the confectionery market of Ukraine in modern conditions. *Young scientist*, (9), 45-50. [in Ukrainian]

3. Donsul, A., & Odnodolko, V. (2018). Analysis of the confectionery market of Ukraine: Problems and development prospects. *Scientific bulletin of Odessa National University of Economics*, (5), 67-84. [in Ukrainian]

4. Ivashko, L. M., & Mykhaylova, D. S. (2018). Modeling the production strategy of a chocolate and chocolate company. *Black Sea Economic Studies*, (35 (2)), 167-174. [in Ukrainian]

5. Kalina, V. S., & Oliynyk, O. V. (2019). Improvement of the recipe of cream-whipped candies "Magic Milk" enriched with bee honey. *Bulletin of the Kherson National Technical University*, (2 (69)), 93-98. [in Ukrainian]

6. Dorohovich, A. M., Dorochovich, V. V., & Kokhan, O. O. (2020). The technology of whipping candy masses of light type on agar needs improvement. *Bread and confectionery business*, (7), 29-31. [in Ukrainian]

7. Shidakova-Kamenyuka, O. G., Shklyayev, O. M., & Stepankova, G. V. (2019). The effect of chia seeds on the quality characteristics and chemical composition of whipped cream candies. *Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade*, (1), 185-199. [in Ukrainian]

8. Candies "Bird's milk with chocolate" ТМ "Korysna Kondyterska". Mr. and Vegan: Website. URL: [https://panivegan.com/ua/p1108804969-konfety-ptiche-moloko.html?source=merc\\_hant\\_center](https://panivegan.com/ua/p1108804969-konfety-ptiche-moloko.html?source=merc_hant_center)

9. Souffle candies "Bird's milk with a creamy aroma covered with confectionery milk glaze" ТМ "TONIYA". naDessert: website. URL: [https://nadessert.com.ua/ua/p1675359437-konfety-sufle-ptiche.html?source=mer\\_chant\\_center](https://nadessert.com.ua/ua/p1675359437-konfety-sufle-ptiche.html?source=mer_chant_center) [in Ukrainian]

10. Candies "Bird's milk in black chocolate" TM "Lubimov". Millennium: website. URL: <https://millennium-trade.com/ru/konfety-lyubimov-ptiche-moloko-v-chernom-shokolade-150g> [in Ukrainian]

11. "Bird's milk chocolate." Sugar: website. URL: <https://cukorka.com.ua/tsukerky/ptashine-moloko/ptashine-moloko-shokoladne/> [in Ukrainian]

12. Candies "Bird's milk with vanilla" TM "Spell": web site. URL: <https://rozetka.com.ua/spell-2190759907595/p335093299/characteristics/> [in Ukrainian]

13. Magnetic Podniebne Mleczko with coconut flavor. EuroOPT: web site. URL: <https://euro-opt.shop/ru/konfety/2360-ptiche-moloko-magnetic-podniebne-mleczko-s-kokosovym-vkusom-380g.html> [in Ukrainian]

14. "Bird's milk with raspberry-banana flavor" TM "Zhako". Bigl: web site. URL: <https://bigl.ua/ua/p1783059597-upakovka-tsukerok-zhako> [in Ukrainian]

15. Confectionery market: trends and successful solutions. ProConsulting: website. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-konditerskoj-produkcii-trendy-i-uspeshnye-resheniya-tezisy-s-vystupleniya-pro-consulting-na-konferencii-konditerskij-biznes-2022> [in Ukrainian]

УДК 637.52

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.9>

## СЕНСОРНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ І БЕЗПЕЧНІСТЬ РОЗРОБЛЕНИХ КОМБІНОВАНИХ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ

**Ряполова І. О.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-7672-6639  
Scopus-Author ID: 57207853973

**Теленик Я. С.** – здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня  
біолого-технологічного факультету  
Херсонського державного аграрно-економічного  
ORCID ID: 0009-0007-7215-7129

В умовах білкового дефіциту однією з найбільш швидких і ефективних шляхів вирішення проблеми є заміна тваринного м'яса, м'ясом та субпродуктами птиці, а також компонентами рослинного походження.

При відповідній вгодованості харчова цінність м'яса курей несуттєво відрізняється від яловичини і свинини. Нестачі незамінних амінокислот немає. Вітамінний і мінеральний склад – схожі. Вміст сполучної тканини в ньому менше, ніж в будь-якому м'ясі наземних тварин і становить не більше 8%. Пташине м'ясо – смачний, поживний (засвоюється на 94–96 %) і в той же час низькокалорійний продукт. Воно є джерелом високоякісних, легкозасвоюваних білків (19–22 %), амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, які є незамінним матеріалом для формування і функціонування організму. У ліпідах м'яса курей, індиків більше поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), які не синтезуються в організмі людини і тому є незамінними інгредієнтами їжі.

Робота присвячена обґрунтуванню використання м'яса птиці, субпродуктів і рослинних інгредієнтів у технології приготування м'ясних страв спеціального призначення. Результати органолептичної оцінки свідчать, що додавання рослинних компонентів у загальній кількості 20% (по 10% яблук і моркви) до м'ясної сировини є найбільш оптимальним, причому така тенденція зберігається як у комбінованому паштейті з курячого м'яса та печінки так і з м'яса індика з печінкою. Поєднання м'яса і печінки птиці з рослинною сировиною (морква, яблука, гарбузове насіння) дозволяє знизити калорійність, та одночасно, вміст холестерину і ненасичених жирних кислот. Разом з цим отримана страва збагачується природними біологічно активними речовинами, рослинними білками, вуглеводами, вітамінами, мінералами, баластними речовинами та іншими сполуками, необхідними для нормального функціонування організму людини.

**Ключові слова:** паштейт, куряче м'ясо, печінка, м'ясо індика, рослинна сировина, органолептичні показники, мікробіологічні показники.

**Ryapolova I. O., Telenyk Ya. S. Sensory indicators of the quality and safety of the designed combined meat pates**

In conditions of protein deficiency, one of the fastest and most effective ways to solve the problem is to replace animal meat with poultry meat and offal, as well as components of plant origin.

With appropriate fattening, the nutritional value of chicken meat does not significantly differ from beef and pork. There is no shortage of essential amino acids. The vitamin and mineral composition is similar. The content of connective tissue in it is less than in any meat of terrestrial animals and is no more than 8%. Poultry meat is a tasty, nutritious (94–96% digestible) and at the same time low-calorie product. It is a source of high-quality, easily digestible proteins (19–22%), amino acids, vitamins, and minerals, which are indispensable materials for the formation and functioning of the body.

It is a source of high-quality, easily digestible proteins (19–22%), amino acids, vitamins, and minerals, which are indispensable materials for the formation and functioning of the body. The

lipids of chicken and turkey meat contain more polyunsaturated fatty acids (PUFA), which are not synthesized in the human body and are therefore indispensable food ingredients.

The work is devoted to the justification of the use of poultry meat, offal and vegetable ingredients in the technology of preparing meat dishes for special purposes. The results of the organoleptic evaluation show that the addition of vegetable components in a total amount of 20% (10% each of apples and carrots) to meat raw materials is the most optimal, and this trend is preserved both in the combined pate of chicken meat and liver and of turkey meat and liver.

The combination of meat and poultry liver with vegetable raw materials (carrots, apples, pumpkin seeds) allows you to reduce the caloric content, and at the same time, the content of cholesterol and unsaturated fatty acids. At the same time, the resulting dish is enriched with natural biologically active substances, vegetable proteins, carbohydrates, vitamins, minerals, ballast substances and other compounds necessary for the normal functioning of the human body.

**Key words:** pate, chicken meat, liver, turkey meat, vegetable raw materials, organoleptic indicators, microbiological indicators.

**Вступ.** Зростаюча обізнаність споживачів харчових продуктів і посилення глобальної конкуренції виробників м'яса чинять тиск на створення нових м'ясних продуктів спеціального спрямування в руслі концепції позитивного (здорового, функціонального) харчування. Це продукти харчування, що містять інгредієнти, які приносять користь здоров'ю людини, підвищують його опірність захворюванням. Для збагачення м'ясних продуктів найчастіше використовують вітаміни, яких не вистачає в сировині, мікроелементи (цинк, селен), ненасичені жирні кислоти, біоактивні пептиди, харчові волокна, рослинні білки, антиоксиданти, мікроорганізми з пробіотичними властивостями [1, 2].

**Постановка проблеми.** В умовах білкового дефіциту однією з найбільш швидких і ефективних шляхів вирішення проблеми є заміна тваринного м'яса, м'ясом та субпродуктами птиці, а також компонентами рослинного походження.

При відповідній вгодованості харчова цінність м'яса курей несуттєво відрізняється від яловичини і свинини. Нестачі незамінних амінокислот немає. Вітамінний і мінеральний склад – схожі. Вміст сполучної тканини в ньому менше, ніж в будь-якому м'ясі наземних тварин і становить не більше 8%. Пташине м'ясо – смачний, поживний (засвоюється на 94–96 %) і в той же час низькокалорійний продукт. Воно є джерелом високоякісних, легкозасвоюваних білків (19–22 %), амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, які є незамінним матеріалом для формування і функціонування організму. У ліпідах м'яса курей, індиків більше поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), які не синтезуються в організмі людини і тому є незамінними інгредієнтами їжі (табл. 1.).

Таблиця 1

**Хімічний склад жирів м'яса тварин різних видів**

Показник	Масова доля в 100 г		
	Жири		
	Яловичий	Свинячий	Курячий
Жир, %	99,6	99,6	99,7
НЖК, %	60,3 (48,3-72,5)	44,4 (35,5-53,3)	25,0 (20,0-30,0)
ПНЖК, %	5,4 (4,3-6,5)	10,5 (3,4-17,1)	15,3 (14,2-22)
Холестерин, мг %	110	100	95

Хімічний склад яловичини, свинини, птиці коливається в широких межах в залежності від віку, вгодованості тварин, анатомічної частини: вміст білків

в свинині 11,7-17%, в яловичині – 18,6-20%, в м'ясі курей – 18,2-21,2%; вміст жирів в свинині 8,4-49,3%, в яловичині – 9,8-16%, в м'ясі курей – 8,2-18,4% [3].

Куряча печінка містить багато азотистих екстрактивних речовин, а також вітамінів і мінеральних речовин, особливо велика кількість хітину, біотину, вітамінів А (50 мг %), С (25–40 мг %) та усіх вітамінів групи В. Вона широко використовується у лікувальному харчуванні при анемії, променевої хворобі, загальному ослабленні і зниженій кровотворній здатності організму.

**Мета досліджень.** Метою нашої роботи є обґрунтування використання м'яса птиці, субпродуктів і рослинних інгредієнтів у технології приготування м'ясних страв спеціального призначення. У зв'язку з цим було розроблено рецептури комбінованих м'ясних паштетів для ресторанної подачі з використанням дієтичного м'яса птиці, печінки і рослинних компонентів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як свідчать дані огляду робіт науковців [4, 5, 6, 7], модифікації м'ясних продуктів в оздоровчих цілях мають певні задачі:

1. Підвищення вмісту незамінних жирних кислот.
2. Зменшення вмісту солі.
3. Зниження вмісту нітратів.
4. Збільшення кількості антиоксидантів.
5. Збільшення вмісту харчових волокон.
6. Участь пробіотиків і пребіотиків.

Дієтичне та лікувально-профілактичне харчування ґрунтується на розумному обмеженні або збільшенні в раціоні окремих харчових речовин. Підвищення вмісту незамінних жирних кислот дозволяє знижувати рівень холестерину і гальмувати накопичення тромбоцитів. З метою обмеження частки жиру в м'ясі проводиться селекція порід і ліній при схрещуванні і збільшення частки поліненасичених жирних кислот в кормових сумішах шляхом додавання лляної олії, лляного насіння, морських водоростей і рибацького жиру. Таким чином, вміст жиру в свинячій туші знижується приблизно на 23%, а в яловичій – на 6% [8, 9].

Обмеження вмісту хлориду натрію в м'ясних продуктах мінімальними кількостями, в яких будуть дотримуватися мікробіологічні, сенсорні і технологічні критерії сприятиме їх оздоровчих властивостей. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендує споживання солі в кількості 5 г / добу. Показано, що можна знизити вміст солі в м'ясних продуктах до 1,7% без зміни її сенсорних характеристик. Вищевикладене обмежує необхідність використання водно-жирових речовин, що мають зв'язувальні властивості, таких як фосфати або препарати соєвого білка. На думку багатьох авторів, вищеописане може відбуватися через використання інших хлоридів (KCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>), а також не хлоридних солей, наприклад, лактатів і фосфатів [10, 11].

Нітрит натрію відіграє велику роль у формуванні кольору, смаку м'ясних продуктів, а також пригнічує ріст патогенних бактерій, наприклад, (*Clostridium botulinum*). В даний час ставиться завдання зниження кількості нітриту натрію в м'ясних продуктах і заміни його частини на інші компоненти. На даний момент на підприємствах, що виробляють м'ясну продукцію замість нітриту натрію, використовують нітритну сіль.

Отримання підвищеного вмісту антиоксидантів в м'ясі і м'ясопродуктах можливо за рахунок додавання вітаміну Е, каротиноїдів, рослинних екстрактів, наприклад, чаю, винограду, оливок в раціон тварин і в ході технологічних процесів підвищення вмісту біологічно активних речовин у м'язовій тканині. Каротиноїди



знижують ризик розвитку пухлинних захворювань і знижують ризик серцево-судинних захворювань (ССЗ).

Збільшення вмісту харчових волокон у функціональному харчуванні має важливе значення. Регулярне вживання клітковини позитивно впливає на здоров'я людини. Підвищене споживання клітковини знижує кров'яний тиск, рівень холестерину в сироватці крові, пригнічує апетит, полегшує моторику кишечника і уповільнює всмоктування глюкози і жирів. Харчові волокна також мають технологічне значення. Вони мають здатність збільшувати вологозв'язуючу здатність м'яса, пов'язувати катіони, емульгувати жири і підвищувати в'язкість систем. Використання харчових волокон в м'ясній промисловості призводить до кращого збереження форми термооброблених м'ясних продуктів [12].

Тенденція використання пробіотичних бактерій в якості добавки до м'ясних продуктів зростає, особливо для виробництва сирокочених та сиров'ялених ковбас. Ці види ковбас можуть бути джерелом постачання в раціон людини таких мікроорганізмів – пробіотиків, як *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*. [13, 14, 15, 16].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Посаднання м'яса і печінки птиці з рослинною сировиною (морква, яблука, гарбузове насіння) дозволяє знизити калорійність, та одночасно, вміст холестерину і ненасичених жирних кислот. Разом з цим отримана страва збагачується природними біологічно активними речовинами, рослинними білками, вуглеводами, вітамінами, мінералами, баластними речовинами та іншими сполуками, необхідними для нормального функціонування організму людини.

Згідно мети дослідження ми зробили модельні зразки комбінованого м'ясного паштету спеціального призначення для ресторанної подачі. Використовували м'ясо і печінку курки з різним вмістом моркви і яблук (I та II варіант) і м'ясо та печінку індики з таким же вмістом рослинної сировини (III та IV варіант). Композиційні рецепти дослідних зразків наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

## Рецептурний склад модельних зразків м'ясного хліба з м'яса птиці, %

Компоненти паштету, %	Зразки м'ясних комбінованих паштетів			
	М'ясо, печінка курки I варіант	М'ясо, печінка курки II варіант	М'ясо, печінка індики III варіант	М'ясо, печінка індики IV варіант
Куряче м'ясо	30,0	25,0	-	-
Індиче філе	-	-	30,0	25,0
Печінка	30,0	45,0	30,0	45,0
Яблука	15,0	10,0	15,0	10,0
Морква	15,0	10,0	15,0	10,0
Насіння гарбуза	2,0	2,0	2,0	2,0
Цибуля	2,0	2,0	2,0	2,0
Масло вершкове	5,0	5,0	5,0	5,0
Сіль	1,0	1,0	1,0	1,0
Перець чорний	0,01	0,01	0,01	0,01

При виготовленні м'ясних пащтетів з комбінованої сировини дотримувались класичної технологічної схеми яка включає в себе декілька етапів: варіння або тушкування м'ясної сировини подрібнення м'ясної сировини, подрібнення допоміжних компонентів, додавання спецій, солі, перемішування, термічна обробка. Комбінуючи варіння, бланшування, пасерування, обсмажування, гомогенізацію та інші види термічного і механічного впливів, отримують ніжний однорідний продукт пастоподібної консистенції, що відрізняється приємним смаком, запахом і кольором (рис. 1)

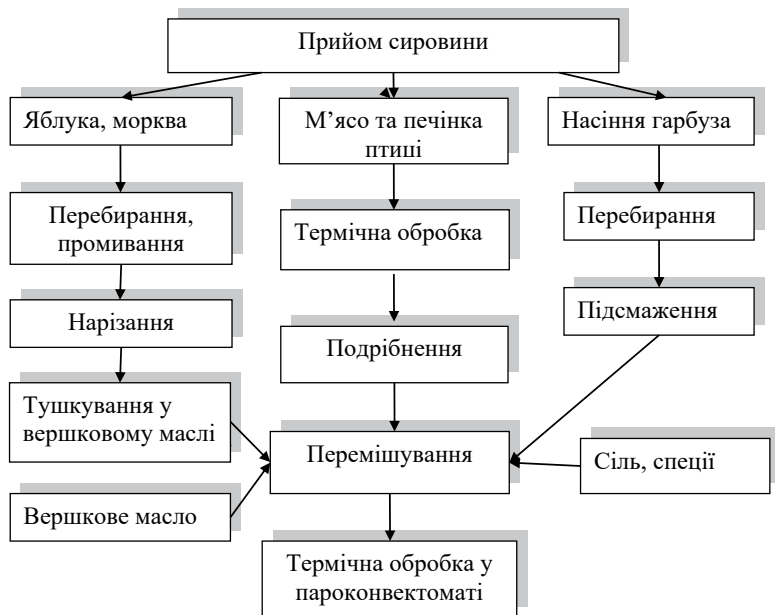


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення м'ясного пащтету з рослинними компонентами дієтичного спрямування

Органолептичну оцінку готовим виробам давала дегустаційна комісія – кваліфіковані робітники закладу ресторанного господарства за 5-бальною системою. Відповідно до цієї шкали була дана оцінка м'ясним комбінованим пащтетам за шістьма показниками, такими як зовнішній вигляд; колір на розрізі; запах, аромат; смак; консистенція; соковитість (табл. 3).

Результати органолептичної оцінки свідчать, що додавання рослинних компонентів у загальній кількості 20% (по 10% яблук і моркви) до м'ясної сировини є найбільш оптимальним, причому така тенденція зберігається як у комбінованому пащтеті з курячого м'яса та печінки так і з м'яса індика з печінкою. І і II варіанти мають більш збалансований смак без відчутної кислоти за рахунок введення яблук. Запах і аромат у всіх зразках приємний, характерний для інгредієнтів які ввійшли в рецептуру і притаманний даному виду виробів, консистенція однорідна, м'яка, ніжна, з ледь помітними включеннями моркви.

Порівняння модельних зразків з еталоном дає розуміння смаковим властивостям розробленої страви (рис. 2).

Таблиця 3

## Результати бальної оцінки м'ясних паштетів різних модельних композицій

Досліджувані зразки	Бальна оцінка						Сумарна бальна оцінка
	Зовнішній вигляд	Консистенція	Соковитість	Колір	Запах, аромат	Смак	
	Коефіцієнт вагомості показника якості						
	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	
Комбінований м'ясний паштет з м'ясом курки							
I варіант	4,5	4,6	4,5	4,3	4,5	4,8	4,59
II варіант	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,8	4,61
Комбінований м'ясний паштет з м'ясом індики							
III варіант	4,3	4,5	4,3	4,3	4,5	4,6	4,47
IV варіант	4,5	4,6	4,5	4,3	4,5	4,6	4,53

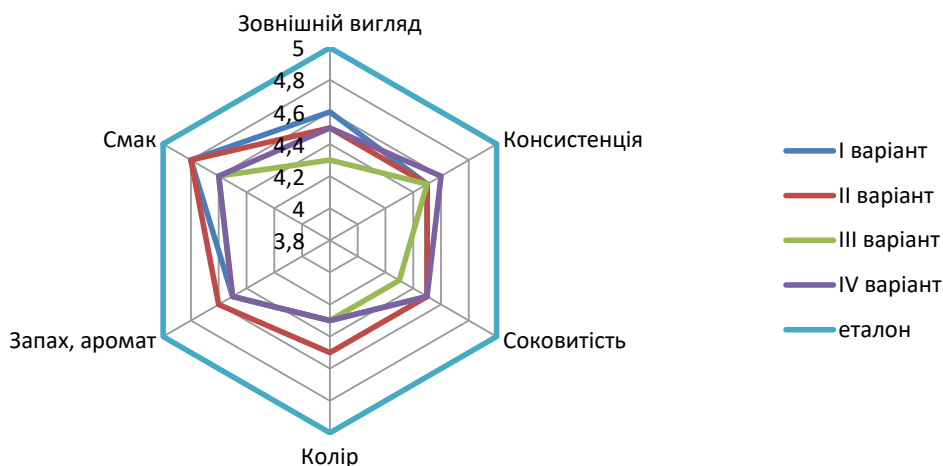


Рис. 2

Отже, результати профільної оцінки свідчать, що додавання 10% моркви і 10% яблука до паштетної маси як із курячого, так і індичого м'яса є найбільш оптимальним і дозволяє отримати смачну, корисну страву. Це дозволить урізноманітнити ресторанне меню продукцією спеціального призначення.

Щоб оцінити безпечність розробленої продукції, ми провели мікробіологічне дослідження запропонованих рецептур м'ясних паштетів з м'яса курки (I, II варіанти) і з м'яса індики (III, IV варіанти). Визначали КМАФАнМ у напівфабрикатах (до фінальної термічної обробки) і готовій продукції після приготування і охолодження, через 24 і 48 годин.

При забрудненні продукту мікробіологічними компонентами показником їх кількості вважають кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (визначається у колонієутворюючих одиницях – КУО на 1 г). Така їх кількість визначається за допомогою підрахунку колоній при посіві на поживні середовища та регламентується Міжнародною організацією зі стандартизації методів мікробіологічного аналізу (International Standart Organisation – ISO).

Охолодження харчових продуктів уповільнює життєдіяльність багатьох бактерій, але деякі з них за цих умов зберігають здатність до розвитку. Основним лімітуючим фактором терміну придатності м'ясних січених кулінарних виробів є загальний рівень їх обсіменіння мікроорганізмами. Кількісна оцінка мікробіологічних змін дозволяє отримати інформацію про тривалість періоду, протягом якого ці зміни залишаються на прийнятному рівні якості з точки зору безпеки.

Дослідженнями встановлено, що мікробна забрудненість готових виробів була у межах норм встановлених гігієнічними вимогами. У всіх зразках відмічалася збереження початкового рівня загального мікробного числа після зберігання протягом 24 годин при низьких температурах (2-4<sup>0</sup>С) в умовах холодильника. Через 48 годин зберігання відмічається незначне підвищення кількості мікроорганізмів.

Таблиця 4

**Показники загальної кількості мікроорганізмів у готових кулінарних м'ясних виробих (КМАФАНМ) у процесі зберігання, КУО/1г**

Готові вироби	Термін зберігання		
	після охолодження	24 години	48 годин
I варіант	$<1,4 \times 10^2$	$<1,4 \times 10^2$	$<1,5 \times 10^2$
II варіант	$<1,3 \times 10^2$	$<1,38 \times 10^2$	$<1,4 \times 10^2$
III варіант	$4,7 \times 10^1$	$4,6 \times 10^1$	$4,7 \times 10^1$
IV варіант	$5,6 \times 10^1$	$5,7 \times 10^1$	$5,7 \times 10^1$

Показники мікробіологічної безпеки комбінованих м'ясних паштетів для закладів ресторанного господарства, свідчать про можливість зберігання готової продукції протягом 48 годин, що підтверджує регламентовані вимоги.

**Висновки і пропозиції.** Розроблені модельні зразки комбінованого м'ясного паштету спеціального призначення для ресторанної подачі у поєднанні м'яса і печінки птиці з рослинною сировиною (морква, яблука, гарбузове насіння) дозволяють знизити калорійність, вміст ненасичених жирних кислот і задовольнити потреби поціновувачів страв дієтичного спрямування. За результатами органолептичної оцінки найбільш оптимальним є додавання рослинних компонентів у загальній кількості 20% (по 10% яблук і моркви) до м'ясної сировини, причому така тенденція зберігається як у комбінованому паштеті з курячого м'яса і печінки так і з м'яса індика з печінкою. Технологічний процес приготування комбінованих м'ясних паштетів дозволяє виробити безпечні страви з можливістю зберігання готової продукції протягом 48 годин.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина 1 / За ред. О.І. Черевка, М.І. Пересічного – 4-те вид., переробл. та допов. Х.: Харківський державний університет харчування і торгівлі, 2017. 940с.
2. Симахина Г.А. Социальные и экономические предпосылки создания в Украине индустрии здорового питания. *Продукты & ингредиенты*. 2014. № 3. С. 26–29.
3. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: навч. посібник. Біла Церква, 2014. 192 с.
4. Маслійчук О.Б., Паска М.З. М'ясні посічені напівфабрикати з використанням натурального білкового збагачувача. *«Оздоровчі харчові продукти та діє-*

тичні добавки: технології, якість та безпека»: мат. міжнар. наук.-прак. конференції (25–26 травня 2017р), м. Київ. К.: НУХТ, 2017. С. 30–32.

5. Нечепуренко К.Б., Пивоваров П.П. Технологічні аспекти утворення структурованих емульсій у складі м'ясних січених виробів. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2(12 (68)) (2014).

6. Стіборовський, С. Е., Сімакова, О. О., Слащева, А. В., Нефедов, Ю. О. Наукове обґрунтування використання вторинної сировини в технологіях функціональних добавок для січених виробів. *Обладнання та технології харчових виробництв* (32), 2014. С. 92-100.

7. Гречко В.В., Страшинський І.М., Пасічний В.М. Харчові волокна як функціональний інгредієнт у м'ясних напівфабрикатах. *Технічні науки та технології*. 2019. №. 2 (16). С. 154-164.

8. Стріха Л.О., Підпала Т.В., Сморочинський О.М. Оцінка впливу технології виробництва на показники м'ясних січених заморожених напівфабрикатів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2017. №. 7. С. 216-219.

9. Новаковська В.Ю. Фізико-хімічні показники м'яса свиней при введенні до раціону целюлозоамілолітичної кормової добавки. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015. № 3. С. 246-250.

10. Margit DallAaslyng, Christian Vestergaard, AnetteGranly Koch The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, 2014, vol. 96, 1, 47–55.

11. Сирохман І.В. Наукові досягнення щодо поліпшення технології і складу м'ясних продуктів. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки* № 20. 2018. С. 35-40.

12. Пелих В.Г., Ушакова С.В., Сахацька, Є.А. (2020). Використання харчової клітковини у технології січених м'ясних напівфабрикатів. Наукові доповіді НУБіП України, 0(5(87)). doi:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.009>

13. Стіборовський С. Е., Османова Ю.В. Дослідження мінерального складу паштетів печінкових з використанням пребіотиків. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку харчових виробництв, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу: тези доповідей Міжн. наук.-прак. конференції (20–21 листопада 2014 р)*, м. Полтава, 2014. С. 26.

14. Gonzalez B., Arca B. Mayo J. Surez E. Detection, purification and partial characterization of plantaricin C, a bacteriocin produced by a *Lactobacillus plantarum* strain of dairy origin B. Gonzalez, P. *Applied and Environmental Microbiology*. 2014. Vol. 60, № 6. P. 2158-2163.

15. Vogel R.F., Pohle B.S., Tichaczek P.S., Hammes W. P. The Competitive advantage of *Lactobacillus curvatus* LTH 1174 in sausage fermentations is caused by formation of curvacin A *Systematic and Applied Microbiology*. 2013. Vol. 16, № 3. P. 457-462. doi:10.1016/s0723-2020(11)80280-8.

## REFERENCES:

1. Cherevka O.I., Peresichnoho M.I. (2017) Innovatsiyni tekhnolohiyi kharchovoyi produktsiyi funktsional'noho pryznachennya [Innovative technologies of functional food products] *monohrafiya Chastyna I* [monograph. Part 1] Kharkiv. KH.: Kharkivsk'yyu. derzh. universytet kharchuvannya i torhivli, p. 940 (in Ukrainian).

2. Symakhyna H.A. (2014) Sotsyal'nye y ékonomycheskye predposylky sozdanyya v Ukrayne yndustryi zdorovoho pytanyya [Social and economic prerequisites for creating a healthy food industry in Ukraine]. *Produkty & ynhredyenty*, vol. 3, pp. 26–29.

3. Tsekhmistrenko S.I., Tsekhmistrenko O.S. (2014) *Biokhimiya m'yasa ta m'yasoproduktiv: navch. posibnyk* [Biochemistry of meat and meat products: teaching manual], Bila Tserkva [in Ukrainian]

4. Masliyчук O.B., Paska M.Z. (2017) M"yasni posicheni napivfabrykaty z vykorystanniam natural'noho bilkovoho zbahachuvacha [Chopped meat semi-finished products with the use of a natural protein enhancer] Proceedings of the «Ozdorovchi kharchovi produkty ta diyetychni dobavky: tekhnolohiyi, yakist' ta bezpeka» (Ukrainia, Kyjiv, Traven 25–26, 2017), K.: NUKHT, pp. 30–32.

5. Nechepurenko K.B., Pyvovarov P.P. (2014) Tekhnolohichni aspekty utvorennia strukturovanykh emul'siy u skladi m"yasnykh sichenykh vyrobiv [Technological aspects of the formation of structured emulsions in the composition of minced meat products]. *Vostochno-Evropeyskyy zhurnal peredovykh tekhnolohyy*, 2(12 (68))

6. Stiborovs'kyi S. E., Simakova O. O., Slashcheva A. V., Nefedov YU.O. (2014) Naukove obgruntuvannya vykorystannia vtorynnoyi syrovyny v tekhnolohiyakh funktsional'nykh dobavok dlya sichenykh vyrobiv [Scientific substantiation of the use of secondary raw materials in the technologies of functional additives for chopped products]. *Obladnannya ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv*, vol. 32, pp. 92–100.

7. Hrechko V.V., Strashyns'kyi I.M., Pasichnyi V.M. (2019) Kharchovi volokna yak funktsional'nyy inhrediyent u m"yasnykh napivfabrykatak [Dietary fibers as a functional ingredient in meat semi-finished products]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohiyi*, vol. 2, no. 16, pp. 154–164.

8. Strikha L.O., Pidpala T.V., Smorochyns'kyi O.M. (2017) Otsinka vplyvu tekhnolohiyi vyrobnytstva na pokaznyky m"yasnykh sichenykh zamorozhenykh napivfabrykativ [Assessment of the impact of production technology on the parameters of frozen semi-finished meat products]. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tvarynnytstvo*, vol. 7, pp. 216–219.

9. Novakovs'ka, V.YU. (2015) Fyzyko-khimichni pokaznyky m"yasa svyney pry vvedenni do ratsionu tselyulozoamilolitychnoyi kormovoyi dobavky [Physico-chemical indicators of pig meat when cellulose amyolytic feed additive is introduced into the diet]. *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiyi imeni SZ Gzhys'koho*, vol. 3, pp. 246–250.

10. Margit DallAaslyng, Christian Vestergaard, AnetteGranly Koch (2014) The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, vol. 96, 1, 47–55. [in USA]

11. Syrokhman I.V. (2018). Naukovi dosyahnennya shchodo polipshennia tekhnolohiyi i skladu m'yasnykh produktiv [Scientific achievements in improving the technology and composition of meat products]. *Visnyk L'vivs'koho torhovel'no-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky*, vol. 20, pp.35–40.

12. Pelykh V.H., Ushakova S.V., Sakhats'ka, YE.A. (2020). Vykorystannia kharchovoyi klitkovyny u tekhnolohiyi sichenykh m'yasnykh napivfabrykativ [The use of dietary fiber in the technology of chopped meat semi-finished products]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 0(5(87)). doi:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2020.05.009>.

13. Stiborovs'kyi S.E., Osmanova YU.V. Doslidzhennia mineral'noho skladu pashtetiv pechinkovykh z vykorystanniam prebiotyktiv [Study of the mineral composition of liver pastes with the use of prebiotics]. Proceedings of the *Aktual'ni problemy ta perspektyvy rozvytku kharchovykh vyrobnytstv, hotel'no-restorannoho ta turystychnoho biznesu* (Ukrainia, Poltava, lystopad 20–21, 2014), m. Poltava, p. 26.

14. Gonzalez B., Arca B. Mayo J. Surez E. (2014) Detection, purification and partial characterization of plantaricin C, a bacteriocin produced by a *Lactobacillus plantarum* strain of dairy origin B. Gonzalez, P. *Applied and Environmental Microbiology*. vol. 60, no. 6. pp. 2158–2163. [in USA]

15. Vogel R.F., Pohle B.S., Tichaczek P.S., Hammes W. P. (2013) The Competitive advantage of *Lactobacillus curvatus* LTH 1174 in sausage fermentations is caused by formation of curvacin A *Systematic and Applied Microbiology*, vol. 16, no. 3. P. 457–462. doi:10.1016/s0723-2020(11)80280-8. [in USA]

УДК 642.5.09:640.43  
DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.10>

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ МЕНЮ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОЇ ІНДУСТРІЇ

**Юрченко С. Л.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-1286-081X

**Колеснікова М. Б.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-6223-7105

**Черемська Т. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0001-6518-3889

**Андрєєва С. С.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-2981-481X

**Діхтяр А. М.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії  
Державного біотехнологічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-5430-147X

На сучасному етапі важливим критерієм ефективної діяльності закладів ресторанної індустрії (ЗРІ) є здатність оперативно реагувати на зміни ринку. Саме тому моніторинг ринку ЗРІ та їх аналіз є тим інструментом у ресторанному бізнесі, який дозволяє обрати правильну нішу (сегмент), визначитися з концепцією закладу харчування та забезпечує сталі позиції на ринку у конкурентній боротьбі.

Аналіз закладів ресторанної індустрії дає можливість оцінити сильні й слабкі сторони конкурентів та обрати ту стратегію, яка дозволить ефективно працювати на ринку та отримувати прибуток.

У ресторанному бізнесі, як і у будь-якому іншому, для того, щоб отримувати прибуток, потрібно вміти працювати зі споживачами, персоналом закладу, цінами, асортиментом та приділяти значну увагу рекламі. Також вагомий вплив має меню, яке при правильному його представленні дозволяє значно підвищити рівень продажів закладу.

У статті розглянуто сучасні підходи до розроблення меню. Зазначено, що ABC-аналіз та «Menu engineering» є основним інструментом аналізу економічної ефективності та збалансованості меню закладів ресторанної індустрії різних форматів. Завдяки використанню даних ресурсів можна визначити, які страви приносять прибуток та обрати стратегії для подальшого їх просування.

Встановлено, що процес розроблення меню може відбуватися як із залученням спеціалістів (дизайнера), так із використанням сучасних Інтернет-сервісів, найбільш поширеними з яких є Capva та Menupeti.

Саме меню, принципи та підходи до розроблення його зовнішнього вигляду, наявності асортименту страв, дизайну безпосередньо впливають на активність замовлень гостей

закладу харчування та відповідно формують рівень його прибутку. Вищезазначене актуалізує необхідність здійснення аналізу меню на прикладі діючих кондитерських м. Харкова, у т.ч. співвідношення виробів, їх собівартості, ціни реалізації, що дозволить краще визначитися з організаційними моментами при його розробленні.

Проведений моніторинг меню кондитерських м. Харкова дозволив визначити основні групи продукції, які реалізуються у закладах та обрати найбільш популярні позиції.

**Ключові слова:** меню, заклад ресторанної індустрії, кондитерська, борошняні кондитерські вироби

**Iurchenko S. L., Kolesnikova M. B., Cheremskaya T. V., Andreeva S. S., Dikhtyar A. M. Modern approaches to menu development for restaurant industry establishments**

*At the present stage, an important criterion for the effective operation of restaurant industry establishments (RIE) is the ability to respond quickly to market changes. That is why market monitoring and analysis of the restaurant industry is a tool in the restaurant business that allows you to choose the right niche (segment), determine the concept of a restaurant and ensure a stable position in the market in a competitive struggle.*

*The analysis of restaurant industry establishments makes it possible to assess the strengths and weaknesses of competitors and choose a strategy that will allow you to operate effectively in the market and make a profit.*

*In the restaurant business, as in any other business, in order to make a profit, you need to be able to work with customers, staff, prices, assortment, and pay considerable attention to advertising. The menu also has a significant impact, which, if properly presented, can significantly increase the level of sales of the establishment.*

*The article examines modern approaches to menu development. It is noted that ABC analysis and Menu engineering are the main tools for analyzing the economic efficiency and balance of menus of restaurant industry establishments of various formats. Using these resources, it is possible to determine which dishes are profitable and choose strategies for their further promotion.*

*It is established that the process of menu development can take place both with the involvement of specialists (designer) and with the use of modern Internet services, the most common of which are Canva and Menumenu.*

*It is the menu, principles and approaches to developing its appearance, assortment of dishes, and design that directly affect the activity of orders by guests of a catering establishment and, accordingly, form its profit level. The above actualizes the need to analyze the menu on the example of existing confectioneries in Kharkiv, including the ratio of products, their cost, and selling price, which will allow better determining the organizational aspects of its development.*

*The carried out monitoring of the menu of confectioneries in Kharkiv allowed to identify the main groups of products sold in the establishments and to select the most popular positions.*

**Key words:** menu, restaurant industry establishment, confectionery, flour confectionery.

**Постановка проблеми.** Успішна діяльність закладів ресторанної індустрії залежить від багатьох факторів, одним із яких є меню. Його справедливо вважають візитівкою закладу, оскільки серед інших складових іміджу ЗРІ, меню є головним засобом комунікації закладу з гостем. Меню відображає концепцію закладу, характеризує спрямованість кухні та потенційну аудиторію споживачів.

Меню складають з урахуванням асортиментного мінімуму та типу закладу харчування. Кожний заклад самостійно визначає перелік груп страв у меню відповідно до своєї спеціалізації, передбачуваного контингенту споживачів, сезонності сировини тощо [1].

Розроблення меню – це тривалий та трудомісткий процес. Його потрібно починати на етапі формування бізнес-плану ЗРІ, який в подальшому трансформується у вибір кухні (ключових страв), стилю та інтер'єру закладу харчування. Спеціалісти сфери гостинності зазначають [2], що професійно розроблене меню дозволяє суттєво збільшити прибуток закладу ресторанної індустрії, оскільки задоволений клієнт платить більше.

**Аналіз останніх досліджень.** В умовах невизначеності та глибокої економічної кризи, в якій зараз перебуває Україна, власники закладів ресторанної індустрії



постійно знаходяться у пошуку нових шляхів залучення потенційних клієнтів до свого закладу з метою отримання прибутку.

Меню є важливою складовою закладів ресторанної індустрії. Саме тому його розробленню та дизайну приділяється значна увага.

На сьогоднішній день при розробленні меню використовують різні аналітичні інструменти, найпоширенішими з яких є АВС-аналіз меню та «Menu engineering», які дозволяють швидко аналізувати інформацію про продажі, отримувати загальну картину по всьому меню, а також давати рекомендації для кожної окремої позиції.

До основи АВС-аналізу (Activity-Based Costing) покладено принцип Парето (закон Парето, правило 80/20, закон «важливої меншості»), суть якого полягає в тому, що «для багатьох подій 80% наслідків слідує із 20% причин», або «20% зусиль забезпечують 80% результату і, відповідно, 80% зусиль спрямовується на досягнення 20% результату». Як результат, контроль за 20% причин дозволяє на 80% управляти ситуацією.

Як правило, АВС-аналіз здійснюють за одним з критеріїв меню, враховуючи внесок від кожної позиції (страви) в загальному товарообігу. Однак, аналіз, який проведено лише за одним з критеріїв, є неповним і недостатньо обґрунтованим [3, 4].

«Menu engineering» є основним інструментом аналізу економічної ефективності та збалансованості меню закладів харчування різних форматів [4]. Відповідно до даного методу меню поділяють на чотири позиції: зірка, робочий кінь, загадка та собака. Аналіз структури меню, який здійснено за використання даного методу, визначає, який внесок в прибуток закладу вносить кожна з позицій меню залежно від її маржинального прибутку та популярності [4, 5].

Заклад ресторанної індустрії оцінює результати аналізу та самостійно приймає рішення стосовно наявності тих чи інших позицій у меню.

Автор [6] зазначає, що оптимальним варіантом при розробленні меню є розміщення найдорожчих страв зверху меню, бо відвідувачі зазвичай переглядають перелік страв саме зверху вниз. Також поряд з даними стравами доцільно розмістити ходові страви, які мають найвищу маржу.

Девідом Павесіко ще у 1983 році для аналізу меню було запропоновано керуватися комбінацією трьох змінних: собівартістю страв, маржинальним прибутком та обсягом продажів. **Комбінація трьох аналізів – це оптимальний варіант аналізу меню, який дозволяє оцінити його з точки зору прибутковості.**

Кожен із методів, який застосовується для аналізу меню, здатен виявити слабкі та сильні сторони страв меню. Завдяки використанню даних інструментів можна чітко визначити, які страви приносять прибуток та обрати стратегії для подальшого їх просування [4, 5].

Слід зазначити, що на даний час при розробленні меню можна скористатися різними Інтернет-сервісами за допомогою яких можна розробити та підтримувати меню в актуальному стані. Перевагою даних сервісів є:

- зручність та відносна простота користування;
- надання широкого спектру різноманітних шаблонів – матриць меню до яких можна вносити зміни відповідно до своїх уподобань та обраної концепції закладу;
- можливість оперативного внесення змін до меню (електронний формат) та швидкого розповсюдження інформації у соціальних мережах.

Найбільш розповсюдженими Інтернет-сервісами, які використовуються для розроблення меню, є наступні.

Canva – це безкоштовна on-line платформа за допомогою якої можна розробити

меню в програмі для iPhone, iPad чи Android. Для користування програмою потрібно зареєструватися та почати розробляти дизайн меню з нуля або скористатися шаблоном, які пропонує система [7].

Menu menu – продукт, який розроблено компанією Fitelio, для сегменту HoReCa. За його допомогою можна створити on-line меню для ЗРІ. З метою підтримки клієнтів, компанія надає безкоштовне користування програмою перші два місяця. Програма також передбачає реєстрацію та проходження двох етапів. Перший – заповнення картки закладу харчування, другий – робота над створенням меню. Результатом використання даної програми є генерація QR коду, при скануванні якого можна ознайомитися з меню закладу харчування. Також його можна відправити у друкарню та отримати меню в паперовому вигляді. Menu menu має зручний інтерфейс та можливість користування програмою з будь-якого гаджету [8].

Stravopys – сервіс для створення безконтактного меню, яке доступне за QR кодом з можливістю оформлення замовлень на доставку з телефону. Особливостями програми є легкість користування, адаптивні можливості, які дозволяють змінювати дизайн, додавати та редагувати позиції меню. Також програма має високотехнологічний інтерфейс, характеризується гнучкістю, що дозволяє показувати найбільш актуальну інформацію відвідувачам та багаторівневий ефективний захист даних. Передбачено можливість автоматичного підключення до Wi-Fi без введення відвідувачем пароля [9].

Me menu – безкоштовний сервіс для створення електронного меню за QR кодом. Особливістю даного сервісу є отримання клієнтом повідомлення про початок процесу приготування замовлених ним страв.

У результаті проведених досліджень встановлено, що процес розроблення меню може відбуватися двома шляхами:

- із залученням дизайнера, який розробить меню відповідно до встановлених вами вимог;
- з використанням Інтернет-сервісів.

Вищезазначені шляхи мають певні переваги та недоліки, які полягають у наступному. Робота з дизайнером передбачає більше часу для розроблення меню та більших фінансових витрат. Використання Інтернет-сервісів дозволяє заощадити час та кошти, однак потрібно правильно визначитися з дизайном меню, стилем тексту, типом та розміром шрифту, тощо. Тому розгляд сучасних підходів до розроблення меню дозволить оптимізувати даний процес та визначитися з оптимальним варіантом для конкретного закладу харчування.

**Метою дослідження** є ознайомлення з організаційно-технологічними заходами, які передують розробленню меню на прикладі кондитерських м. Харкова. Це дозволить уникнути багатьох помилок, визначитися із загальною концепцією закладу ресторанної індустрії та отримати максимальну рентабельність від реалізації страв.

**Виклад основного матеріалу.** На даний час ресторанний бізнес в Україні характеризується високим ступенем ризику і зазнає серйозних потрясінь внаслідок військової агресії та глибокої економічної кризи. Однак не зважаючи на всі ці фактори, заклади ресторанної індустрії працюють та намагаються розвиватися.

Вищевикладене свідчить, що ринок України характеризується доволі високою конкуренцією у сфері ресторанного бізнесу, який потребує залучення багатьох сил та коштів для відкриття. Тому дуже важливо грамотно скласти *бізнес-план та обрати правильну нішу, щоб відкрити прибутковий заклад харчування.*

Проведені дослідження в обраному напрямі свідчать, що для відкриття закладу

ресторанної індустрії необхідно розробити детальний бізнес-план та прорахувати можливі ризики. Основні етапи реалізації бізнес-плану надано на рис. 1.

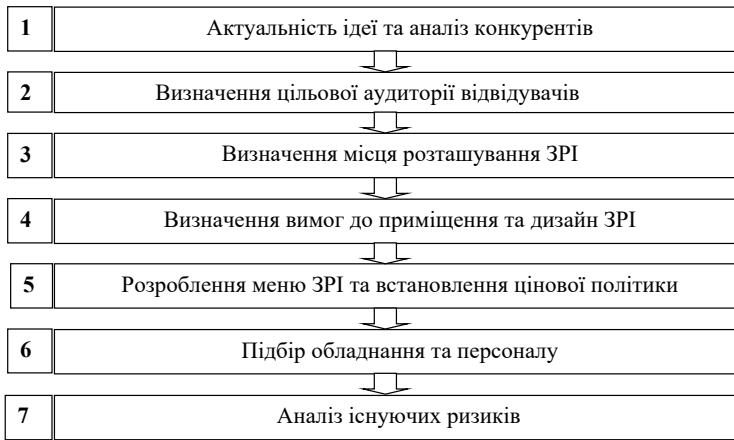


Рис. 1. Основні етапи розроблення бізнес-плану ЗРІ

З вище перелічених складових зупинимося на розробленні меню, яке здійснює значний вплив на діяльність закладів харчування та дозволяє суттєво збільшити прибуток закладу. Сучасне оформлення меню із продуманими акцентами на певних позиціях привертають увагу відвідувачів та дарують емоційне задоволення, що, безумовно, відображається на загальному чеку.

З урахуванням поставленої мети здійснено моніторинг меню кондитерських м. Харкова на прикладі закладів «CAKE LAB» (ЗРІ 1), авторської кондитерської «CheBakery» (ЗРІ 2) та «Skycakes» (ЗРІ 3). Дослідження проводили за обраними позиціями: 1 – дизайн, 2 – шрифт, 3 – фото презентація виробів, 4 – асортимент, 5 – діапазон цін, 6 – вихід виробу, 7 – наявність інформації про харчову цінність, калорійність, алергени, 8 – інформація про можливість споживання певними категоріями населення (діабет, целіакія тощо), які виражали у балах від 1 до 10 (рис. 2).

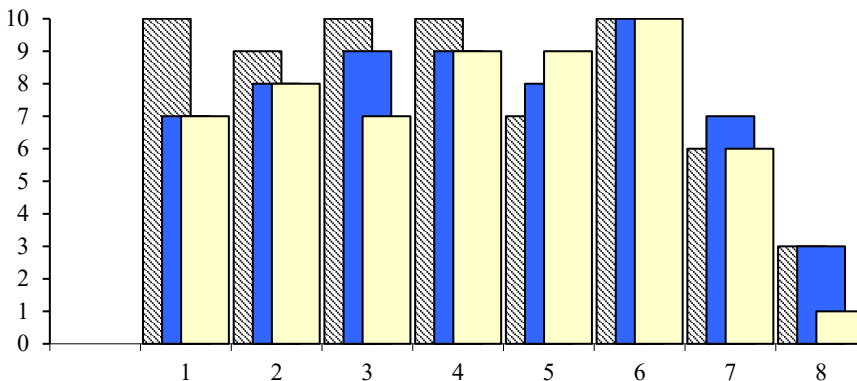


Рис. 2. Порівняльна оцінка меню кондитерських:

▨ – ЗРІ 1    ■ – ЗРІ 2    □ – ЗРІ 3

Аналіз меню обраних закладів ресторанної індустрії свідчить, що меню представлено в електронному виді, що є необхідною складовою сучасності. Перевагами електронного меню кондитерської «САKELAB» є наступні:

- яскравий та привабливий дизайн;
- інформацію про борошняні кондитерські вироби (БКВ) надано досить лаконічно та зрозуміло;
- представлено фото БКВ в первинному вигляді та у розрізі, що дозволяє більш повно оцінити вироби та визначитись з їх вибором;
- представлено розміри БКВ та їх кількість;
- асортимент БКВ досить різноманітний та постійно оновлюється з урахуванням сучасних тенденцій та побажань споживачів.

Слід також відзначити, що у складі борошняних кондитерських виробів використовуються різноманітні начинки, які формують різні смаки.

Діапазон цін залежить від рецептурного складу та складності оздоблення, наприклад найдешевший мусовий торт вагою 1 кг коштує від 900 грн., а найдорожчий – 1400 грн. При замовленні тарту від 2 кг відбувається зменшення ціни в середньому на 150-200 грн за кг. Інформацію стосовно виходу БКВ для тортів вказують в кілограмах та зазначають їх діаметр, для штучних виробів вказують їх кількість у коробці.

До недоліків електронного меню обраних кондитерських можна віднести наступне:

- не повністю надано інформація про харчову цінність, калорійність та алергени;
- відсутня інформація про можливість споживання даної продукції певними категоріями населення (діабет, целиакія тощо).

Результати з визначення питомої ваги різних видів борошняних кондитерських виробів наведено в табл. 1.

Результати дослідження свідчать, що обрані кондитерські спеціалізуються на виробництві тортів, відсотковий вміст яких в загальному меню складає від 80,0% до 45,0%. Асортимент різних видів випічних та оздоблюючих напівфабрикатів, який використовується для їх виробництва, дозволяє задовольнити попит різних груп споживачів. Важливою складовою даних ЗРІ є використання якісних інгредієнтів провідних виробників та відсутність у готовій продукції консервантів, стабілізаторів та підсилювачів смаку.

Таблиця 1

#### Аналіз меню кондитерських за асортиментним переліком

Група виробів у меню	Питома вага, %		
	САKELAB	CheBakery	Skycakes
Торти	60	55	80
Тістечка	25	25	10
Десерти тощо	10	15	5
Напої	5	5	5
Всього	100	100	100

Відсотковий розподіл борошняних кондитерських виробів за рівнем популярності в меню кондитерських наведено в табл. 2.

Таблиця 2

## Розподіл борошняних кондитерських виробів за рівнем популярності

Група виробів	Найменування	Відсотковий вміст, %
<b>«CAKELAB»</b>		
Тістечка	Макаронс «Сирні макаронс горгонзола-горіх» Макаронс «Сирні макаронс дорблю-груша» Макаронс «Сирні макаронс пармезан-полуниця»	60,0
	«KARTOSHKA карамельна» «KARTOSHKA фісташкова» «KARTOSHKA шоколадна»	25,0
Десерти	«ENTREMETS малина-фісташка» «ENTREMETS шоколад-вишня» «ENTREMETS манго-маракуйя»	10,0
<b>«CheBakery»</b>		
Торти	«Горіхово-карамельний» «Класика від Che» «Справжній шоколадний» «Red velvet» «Шоколадно-грушевий з карамеллю» «Снікерс»	55,0
Чізкейк	«Лимонний» «Шоколадний» «Карамельний» «Фісташковий»	15,0
Тістечка	Макаронс Асорті «Шу шоколад» «Шу ваніль» «Крафін з малиною» «Брауні» «Кейк-попс» «Анна Павлова»	25,0
<b>«Skycakes»</b>		
Торти	«Полуничний пломбір» «Орео-кейк» «Червоний бархат» «Тропік» «Снікерс» «Баунті»	70,0
Порційні десерти	«Трайфл» «Капкейк» «Чізкейк» Мусові тістечка	30,0

Отримані дані свідчать, що найбільшою популярністю користуються торти, які замовляють на різноманітні свята, а також тістечка, серед яких значна питома вага припадає на макаронс.

Проведений аналіз меню на прикладі кондитерських дозволить власнику закладу харчування визначитися з позиціями, які є найбільш популярними серед споживачів та привернути їх увагу.

**Висновки.** У результаті проведених досліджень представлено основні етапи розроблення бізнес-плану закладів ресторанної індустрії, одним із складових якого є меню. Розглянуто сучасні підходи до розроблення меню; зазначено, що з метою реалізації проекту потрібно здійснити детальний аналіз всіх факторів впливу для мінімізації або уникнення ризиків, які є невід’ємною складовою бізнесу.

Здійснений моніторинг меню кондитерських м. Харкова дозволить власникам ЗРІ визначитися з асортиментним переліком борошняних кондитерських виробів у меню, отримати зворотній зв'язок від споживачів та, за необхідності, проводити коригувальні заходи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Палько Н.С. Інноваційні підходи до створення меню у закладах ресторанного господарства. *Інновації, тренди та перспективи індустрії гостинності*: матеріали I Міжнародна. науково-практична конференція. Львів: ЛТЕУ, 2019. С. 65-67.
2. Маркетингові поради: меню кафе і ресторанів. URL: <https://wizart.agency/marketynhovi-porady-menu/>
3. Іваненко В. О., Боцян Т. В., Клімова І. О. АВС-аналіз як дієвий аналітичний інструмент в системах маркетингу та менеджменту закладів ресторанного господарства. *Індустрія туризму і гостинності в Центральній та Східній Європі*. 2022. № 7. С. 5-15.
4. Кукліна Т.С. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Технологія ресторанної справи» для першого (бакалаврського) рівня освіти для студентів спеціальності «Туризм» галузі знань 24 «Сфера обслуговування». Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 46 с.
5. Що таке портфельний аналіз меню. URL: <https://smartcafe.com.ua/uk/infocentr/metodu-analiza-menu>.
6. Як правильно створювати меню, що себе продає. URL: <https://www.profi-club.com.ua/uk/kak-pravilno-sozdavat-prodayushhee-menu-2> (дата звернення: 06.12.2018).
7. Створіть приголомшливе меню безкоштовно. URL: [https://www.canva.com/uk\\_ua/stvoryty/menu/](https://www.canva.com/uk_ua/stvoryty/menu/).
8. Сервіс MenuMenu. URL: <https://nachasi.com/news/2020/12/03/menumenuhoresa> (дата звернення: 03.12.2020).
9. Розробка QR-меню для ресторанів від Stravopys. <https://gazeta.ua/articles/promotion/rozrobka-qrmenu-dlya-restoraniv-vid-stravopys/987039> (дата звернення: 28.10.2020).

### REFERENCES:

1. Palko, N.S. (2019) Innovatsiini pidkhody do stvorennia menu u zakladakh restorannoho hospodarstva [Innovative approaches to creating menus in restaurants]. Proceedings from МІМ '19: *I Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Innovatsii, trendy ta perspektyvy industrii hostynnosti»*. – *The First International Scientific and Practical Conference «Innovations, trends and prospects of the hospitality industry*. (pp. 65-67). Lviv: LTEU [in Ukrainian].
2. Marketynhovi porady: menui kafe i restoraniv. [Marketing tips: café and restaurant menus]. (n.d.). Retrieved from <https://wizart.agency/marketynhovi-porady-menu/> [in Ukrainian].
3. Ivanenko, V. O., Botsian, T. V., Klimova, I. O. (2022). AVS-analiz yak diievyi analitychnyi instrument v systemakh marketynhu ta menedzhmentu zakladiv restorannoho hospodarstva. [ABC-analysis as an effective analytical tool in the marketing and management systems of restaurant business establishments]. *Industriia*

*turyzmu i hostynnosti v Tsentralnii ta Skhidnii Yevropi. – The tourism and hospitality industry in Central and Eastern Europe. 7, 5-15 [in Ukrainian].*

4. Kuklina, T.S. (2021). Tekhnolohiia restoranoi spravy. [Technology of restaurant business]. *Opornyi konspekt leksii z dystsypliny dlia pershoho (bakalavrskoho) rivnia osvity dlia studentiv spetsialnosti «Turyzm» haluzi znan 24 «Sfera obsluhovuvannia». – Reference lecture notes on the discipline "Restaurant Business Technology" for the first (bachelor's) level of education for students majoring in "Tourism" in the field of knowledge 24 "Service industry". Zaporizhzhia: NU «Zaporizka politehnika» [in Ukrainian].*

5. Shcho take portfelnyi analiz menu. [What is the portfolio analysis of the menu]. (n.d.). Retrieved from <https://smartcafe.com.ua/uk/infocentr/metodu-analiza-menu> [in Ukrainian].

6. Iak pravylno stvoriuvaty menu, shcho sebe prodaie. [How to create a menu that sells itself]. (n.d.). Retrieved from <https://www.profi-club.com.ua/uk/kak-pravilno-sozdavat-prodayushhee-menu-2> [in Ukrainian].

7. Stvorit pryholomshlyve menu bezkoshtovno. [Create a stunning menu for free]. (n.d.). Retrieved from [https://www.canva.com/uk\\_ua/stvoryty/menu](https://www.canva.com/uk_ua/stvoryty/menu) [in Ukrainian].

8. Servis Menumenu. [Service Menumenu]. (n.d.). Retrieved from <https://nachasi.com/news/2020/12/03/menumenu-horeca> [in Ukrainian].

9. Rozrobka QR-menu dlia restoraniv vid Stravopys. [QR menu development for restaurants by Stravopys]. (n.d.). Retrieved from [https://gazeta.ua/articles/promotion/\\_rozrobka-qrmenu-dlya-restoraniv-vid-stravopys/987039](https://gazeta.ua/articles/promotion/_rozrobka-qrmenu-dlya-restoraniv-vid-stravopys/987039) [in Ukrainian].

---

# ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

---

HYDRAULIC CONSTRUCTION,  
WATER ENGINEERING AND WATER TECHNOLOGIES

УДК 628.38

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.11>

## СТВОРЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОМПОЗИТНОГО ПАЛИВА НА ОСНОВІ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД

---

**Кравченко В. І.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-4989-1591  
Web of Science Researcher ID: GQQ-2577-2022

**Білоус Ю. В.** – головний технолог  
обласного комунального виробничого підприємства «Дніпро-Кіровоград»  
ORCID ID: 0009-0009-6083-8810

**Кравченко В. П.** – кандидат економічних наук,  
доцент кафедри фінансів, банківської справи та страхування  
Центральноукраїнського національного технічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-4343-6296  
Web of Science Researcher ID: AAO-5657-2021

На сьогодні продовжують зростати масштаби утворення та накопичення різноманітних відходів, що призводить до відчуження нових територій та забруднення довкілля. Одним з видів таких відходів є осади стічних вод, які утворюються на очисних станціях населених пунктів і залишаються гострою проблемою їх обробки та утилізації. Встановлено, що при виборі раціональної технологічної схеми та способу утилізації осадів стічних вод необхідно вирішувати як екологічні так і інженерно-економічні задачі, розв'язання яких вимагає врахування значної кількості чинників та умов. Аналіз літературних джерел показав, що для утилізації мулових осадів країни ЄС та США застосовують різні методи. Визначено, що для України одним із ефективних способів переробки осаду є виготовлення з нього гранульованого або брикетованого палива. Для зменшення викидів токсичних елементів при спалюванні, які ймовірно можуть знаходитися в осадах стічних вод, запропоновано використовувати їх для виробництва палива шляхом попереднього змішування та приготування композитів, що включають різні види рослинних відходів (соломи, лушпиння, тирса, опале листя тощо) та вуглецевмісні матеріали, наприклад, місцеві види палива (буре вугілля), побутові відходи, зокрема, поліетилентерефталат (ПЕТФ), які не можуть бути повторно використані. Доведено,

---



що створення такого композитного палива не вимагає складних технічних рішень, його вартість передбачається значно нижчою ніж аналогічне брикетоване або гранульоване паливо іншого виду, а використання в енергетичних установках дозволить знизити шкідливі викиди в атмосферу. Також отримані результати досліджень запропонованого композитного палива довели, що за своїми теплоенергетичними характеристиками воно не поступається іншим альтернативним видам палива. Розрахунки показують, що при використанні брикетів або пелет, виготовлених на основі осаду каналізаційних очисних споруд м. Кропивницький, можна отримати 2300,0 т у. п. на рік, а при щорічних в Україні кількостях осаду 3,0 млн. т. – до 2,0 млн. т. у. п.

**Ключові слова:** осади стічних вод, активний мул, композитне паливо, рослинні відходи, гранульоване паливо.

**Kravchenko V. I., Bilous Y. V., Kravchenko V. P. Creation and justification of composite fuel based on wastewater sediment**

Today, the scale of generation and accumulation of various wastes continues to grow, which leads to alienation of new territories and environmental pollution. One of the types of such waste is sewage sludge, which is formed at sewage treatment plants in settlements and remains an acute problem of its processing and disposal. It was established that when choosing a rational technological scheme and method of disposal of sewage sludge, it is necessary to solve both ecological and engineering-economic problems, the solution of which requires taking into account a significant number of factors and conditions. The analysis of literary sources showed that the EU and the USA use different methods for sludge disposal. It was determined that for Ukraine, one of the effective methods of sludge processing is the production of granulated or briquetted fuel from it. To reduce the emissions of toxic elements during combustion, which can probably be found in sewage sludge, it is proposed to use them for fuel production by pre-mixing and preparing composites, which include various types of plant waste (straw, husks, sawdust, fallen leaves, etc.) and carbon-containing materials, for example, local fuels (lignite), household waste, in particular polyethylene terephthalate (PET), which cannot be reused. It has been proven that the creation of such a composite fuel does not require complex technical solutions, its cost is expected to be significantly lower than similar briquetted or granulated fuel of another type, and its use in power plants will allow reducing harmful emissions into the atmosphere. Also, the research results of the proposed composite fuel proved that it is not inferior to other alternative fuels in terms of its thermal energy characteristics. Calculations show that when using briquettes or pellets made on the basis of sludge from sewage treatment facilities in the city of Kropyvnytskyi, it is possible to obtain 2300.0 tons T per year, and with annual amounts of sediment in Ukraine of 3.0 million tons – up to 2.0 million tons T.

**Key words:** sewage sludge, activated sludge, composite fuel, plant waste, granular fuel.

**Постановка проблеми.** Економіка замкненого циклу (циркуляційна економіка), що превалює у країнах ЄС, орієнтується на максимально ефективне використання ресурсів довкілля [1]. Осад стічних вод (ОСВ) як група відходів, що утворюються на станціях очищення стічних вод, ідеально вписується в інтереси економіки замкненого циклу.

Для обробки великих об'ємів стічних вод використовують системи очищення, засновані на утворенні активного мулу або мулового осаду, що залишається роками на звалищах і які потрібно переробляти [2-4]. Існуючі мулові майданчики негативно впливають на навколишнє середовище, виділяючи при цьому такі забруднюючі речовини як оксид азоту та вуглецю, фенол, аміак, діоксид сірки, сірководень і парниковий газ метан. Так, наприклад, тільки на каналізаційних очисних спорудах у м. Кропивницький щорічно утворюється до 3600 т. мулу, а в цілому по Україні кількість накопиченого осаду сягає більше 5 млрд. т., до яких щороку додається ще 3 млн. т нових осадів. З цієї кількості лише 3-5 % використовують як вторинну сировину, а 95 % відправляють на складування [4]. Такий стан пов'язаний з тим, що якість вітчизняних осадів не завжди відповідає вимогам нормативів, зокрема, за вмістом важких металів.

Сьогодні більш суворі правила ЄС по відношенню поводження з місцевими стічними осадами ставлять перед країною нові задачі, одна з яких – знайти

напрямки для ефективного способу їх застосування. Так, директивою 2008/98/ЄС про відходи, вважається недоцільним складувати на полігонах відходи, калорійність яких перевищує 6 МДж/кг [5]. Тому, зважаючи на значні обсяги утворення та накопичення ОСВ, актуальною є проблема їх оброблення та утилізації.

Вибір раціональної технологічної схеми та способу утилізації ОСВ є складною не тільки інженерно-економічною задачею, але й екологічною. Її правильне розв'язання вимагає обов'язкового врахування продуктивності очисної станції, місцевих умов, виконання попередніх досліджень здатності осадів до водовіддачі, їх агрономічних, фізико-хімічних та теплофізичних характеристик.

За даними літературних джерел у США та країнах Європи утилізацію ОСВ здійснюють різними методами: спалюють на сміттєспалювальних заводах, використовують як органічні добрива та для меліорації і рекультивациі земель, застосовують у біогазових установках, основою яких є метантенк тощо [4-6].

Однак в Україні використання ОСВ, наприклад як добриво або паливо, обмежується низкою обставин. Так, в осаді ймовірна наявність токсичних сполук, зокрема солей важких металів (табл. 1), тому їх вміст чинить негативний вплив на рослини та якість сільськогосподарської продукції, а очистка димових газів вимагає значних економічних витрат.

Таблиця 1

**Вміст важких металів ОСВ деяких міст України [7]**

Назва елемента	Вміст важких металів, мг/кг сухої речовини					
	м. Суми	м. Київ	м. Дніпро	м. Харків	м. Запоріжжя	м. Луцьк
Кадмій	14,22	55,0	27,5	6,44	10,52	6,3
Кобальт	3,99	10,2	70,88	-	-	81,4
Нікель	223,2	280,0	517,75	160,0	414,85	13,0
Свинець	87,21	650,0	172,13	172,0	100,16	365,0
Хром	421,23	1130,0	1749,38	-	614,4	93,6
Мідь	373,51	740,0	682,63	675,0	1101,0	484,0
Марганець	171,49	2460,0	-	745,3	-	273,0
Цинк	1078,05	1960,0	2321,13	847,0	1338,22	561,0
Залізо	-	20650,0	94800,0	13500,0	34625,0	1262,0

Найбільш рентабельним та перспективним способом переробки осадів для України в умовах енергетичної кризи може стати використання ОСВ як паливо у вигляді гранул (пелет) або брикетів. Така форма палива доцільна для транспортування та ефективного енергетичного використання [8]. Але потенційно високий вміст токсичних речовин у відходах мулового осаду може стримувати використання такого перспективного напрямку.

**Метою дослідження** є визначення та обґрунтування умов створення якісного альтернативного палива на основі осаду стічних вод та оцінка перспектив його енергетичного використання.

**Виклад основного матеріалу.** ОСВ, як правило, є комбінованою сумішшю, що містить шкідливі речовини неорганічного та органічного походження. До перших належать у більшості солі важких металів, до других – побутові відходи, волокна рослин, фекалії, нафтопродукти, жири, а також забруднювачі бактеріального походження. Консистенція ОСВ залежить від їх вологості та змінюється від рідкої текучої до багноподібної маси при вологості від 80 до 97 % [9]. Характеристика

надлишкового активного мулу залежить від вихідного забруднення води, що очищується, а також від технічних характеристик проведеного очищення.

Елементний склад ОСВ змінюється у достатньо широких межах. Так, у сухій речовині осадів первинних відстійників та активного мулу міститься, %: С – 35-38; Н – 4,5-8,7; S – 0,2-2,7; N – 1,8-8,0; O – 7,6-35,4 [10]. Теплота згоряння сухого ОСВ знаходиться в межах від 10 до 14,5 МДж/кг [5], що приблизно дорівнює теплоті згоряння бурого вугілля. Для порівняння енергетичні показники деяких видів твердого палива показані у таблиці 2.

Таблиця 2

**Порівняльні характеристики деяких видів палив [11]**

Вид палива	Теплота згоряння МДж/кг	Зольність, %	Вихід летких, %
Кам'яне вугілля	20,9 – 30,1	10 – 35	9 – 50
Буре вугілля	10,5 – 15,7	10 – 35	40
Торф (20 % вологості)	15,1	23-35	70
Деревина (40 % вологості)	6,0 – 11,0	2,0	80 – 95
Пелети	17,0 – 21,0	0,5 – 9,0	75 – 90

Після стадії зневоднення і сушіння на очисних спорудах до оптимальної вологості, ОСВ здатні до процесів гранулювання або брикетування та створення альтернативного палива.

Усунути недолік перевищення вмісту токсичних компонентів у складі мулу та підвищити ефективність використання ОСВ для виробництва палива можна шляхом попереднього його змішування та приготування композитів, що включають різні види твердих рослинних відходів (соломи, лушпиння, тирса тощо). Така біомаса має значний потенціал, доступний для енергетичного використання. Так, в Україні щорічно виробляється близько 25 млн. тон соломи, з яких мінімум 20 % може бути використано як біопаливо [12].

Також сьогодні ведуться роботи по активному залученню у паливний ресурс біомаси у вигляді опалого листя дерев [12, 13]. Листя, як і ОСВ, що залишається з метою перегнивання або, яке вивезене на звалища, в процесі розкладання призводить до емісії в атмосферу метану, який у більше ніж двадцять разів сильніший парниковий газ, ніж CO<sub>2</sub>. Ефективне вирішення проблеми утилізації опалого листя шляхом створення композитних брикетів та пелет на основі ОСВ, створить подвійний позитивний ефект для екології.

Якщо прийняти щорічну кількість ОСВ в Україні 3 млн. т. з теплотворною здатністю 13,0 МДж/кг, то їх загальний енергетичний потенціал становитиме 1,33 млн. т у. п. Композитне паливо на основі ОСВ з рослинними відходами (згідно табл. 2) буде сприяти підвищенню енергетичних характеристик. При середній теплотворній здатності 19,0 МДж/кг такого палива, загальний енергетичний потенціал підвищиться до 2,0 млн. т. у. п., тобто у 1,5 рази. Зокрема тільки каналізаційні очисні споруди м. Кропивницький при скиданні ОСВ у кількості 3600,0 т за рік (дані за 2022 р.), можуть одержати 2300,0 т. у.п.

Такий енергетичний потенціал може бути використаний для власних потреб в утилізаційних установках та передачі деякої кількості теплової енергії розташованим поряд підприємствам та об'єктам соціальної сфери. Тому виготовлення та застосування такого композитного палива на основі ОСВ не тільки підвищить його

теплотворну здатність, що перевищує значення насипної біомаси, але й дозволить знизити шкідливі викиди в атмосферу, оскільки рослинні відходи є  $\text{CO}_2$ -нейтральними, та зменшити вартість палива порівняно з гранульованим або брикетованим біопаливом за рахунок зменшення витрат на сировину. Створення та використання такого альтернативного палива не вимагає складних технічних чи технологічних рішень, оскільки існує обладнання для виготовлення гранульованого палива і брикетів та енергетичні установки для його переробки.

Підвищити ефективність використання ОСВ з різними видами твердих рослинних відходів можна шляхом виготовлення пелет або брикетів з включенням до цих сумішей інших видів вуглецевмісних матеріалів, наприклад, місцеві види палива (буре вугілля, торф, сланці), побутові відходи, зокрема поліетилентерефталат (ПЕТФ), які не можуть бути повторно використані. У цьому випадку можна досягнути синергетичного ефекту внаслідок більш ефективного використання ресурсу ОСВ з біомасою та часткового зменшення негативного впливу на довкілля внаслідок утилізації побутових відходів. Тому композитні паливні гранули та брикети на основі ОСВ можуть успішно стати альтернативою рослинним пелетам та традиційним видам палива і при цьому вирішити потрійну задачу по збереженню навколишнього середовища, заощадженню первинних джерел енергії та утилізації шкідливих мулових та побутових відходів.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. На сьогодні в Україні проблема знешкодження та утилізації ОСВ, які належать до основних екологічних забруднювачів, залишається не вирішеною. У цих умовах щорічно зростає навантаження осаду на мулові карти очисних споруд, що вимагає розширення площ для його зберігання або видалення з мулових майданчиків та утилізації.

2. Визначено, що теплотворна здатність активного мулу близька до теплотехнічних характеристик бурого вугілля, тому одним із найбільш ефективних способів вирішення проблеми утилізації ОСВ на очисних станціях може бути енергетичне їх використання як альтернативного палива у вигляді брикетів або пелет.

3. Зважаючи на ймовірність присутності небезпечних компонентів у стічних водах, зокрема важких металів, найбільш доцільно виготовляти композитне паливо з використанням твердих рослинних відходів, опалого листя та побутових відходів.

4. Переробка ОСВ у композитне паливо буде сприяти зменшенню обсягів накопичення мулових майданчиків, а також звалищ з рослинними та побутовими відходами. Вважаючи мулові осади майже безкоштовним ресурсом, вартість композитного палива буде значно нижча ніж аналогічне брикетоване або гранульоване паливо іншого виду. Таке паливо забезпечить часткове заміщення невідновних традиційних ресурсів та буде сприяти вирішенню складної екологічної проблеми довкілля та суспільства.

5. Отримані результати досліджень композитного палива на основі ОСВ показали, що за своїми теплоенергетичними характеристиками не поступаються іншим альтернативним видам палива. Так, при використанні брикетів чи пелет, виготовлених з осаду каналізаційних очисних споруд м. Кропивницький, можна отримати 2300,0 т у. п. на рік, а при щорічних в Україні кількостях осаду 3,0 млн. т – до 2,0 млн. т у. п.

6. Подальшими дослідженнями передбачено зосередитися на технологічному процесі виготовлення композитного палива на основі ОСВ: визначенні вмісту компонентів, їх фізико-механічних характеристик, оптимального тиску пресування тощо.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Горбаль Н. І., Мазурик М. М., Микитин О. З. Впровадження циркулярної економіки на основі європейського досвіду // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку. 2021. № 2 (6). С. 280-289. URL: <file:///C:/Users/User/Downloads/301-Article%20Text-506-2-10-20220112.pdf>.
2. Зоріна О.В., Маврикін Є.О. Сучасні підходи до обробки та утилізації вторинних осадів господарсько-побутових стічних вод // Водні ресурси. Меліорація і водне господарство. 2021. № 2. С. 55-68.
3. Бабаєв В.М., Панов В.В., Хайло Я.М., Волков В.М., Горох М.П. Альтернативні технологічні рішення проблеми повної утилізації мулового осаду стічних вод // Комунальне господарство міст. 2018. № 144. С. 32-42.
4. Шквірко О. М., Тимчук І. С., Мальований М. С. Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України // Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29. № 2. С. 82-87.
5. Хруник С.Я., Мазурак О.Т., Саницький М.А., Рецько К. Енергетичне використання осадів стічних вод у цементній промисловості. // Львівський політехнічний університет. 2013. С. 457-461. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4758/81-457-461.pdf>.
6. Петрова Ю.Ф., Пазюк Ж. А., Снежкін В. М., Новікова Ю.П. Стан технологій очищення стічних вод в Україні та світі // Теплофізика та теплоенергетика. 2021. т. 43. № 1. С 5-12.
7. Бондар О.І., Лозовіцький П.С., Машков О.А., Лозовіцький А.П. Екологічний стан накопичених осадів стічних вод м. Києва // Науково-практичний журнал Екологічні науки. № 7. С. 38-53. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2015/7/5.pdf>.
8. Klymenko V., Kravchenko V. Prediction of effective elasticity coefficients of composite biofuel. TECHNICAL JOURNAL. 2020. Vol. 14. No. 2. P. 94-99. URL: <https://doi.org/10.31803/tg-20200311115340>.
9. Карп І. М., П'яних К. Є., Нікітін Є. Є. Проблема утилізації та знешкодження мулових осадів // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2017. № 2. С. 35-48. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS\\_2017\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS_2017_2_6).
10. Кашковський В.І., Євдокименко В.О., Каменських Д.С., Ткаченко Т.В., Вахрін В.В. Зольні та золошлакові відходи як багатофункціональна сировина // Наука та інновації. 2017. Т. 13. № 4. С. 53–63. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/124895>.
11. Клименко В. В., Кравченко В. І. Газифікація твердих біопалив та обґрунтування конструкції газогенераторів для її провадження // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2013. № 43(2). С. 113-119. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmntz\\_2013\\_43%282%29\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmntz_2013_43%282%29_22).
12. Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Гуцул В. І. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: монографія / за ред. В.В. Клименка. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. 162 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/6980/1/MonographyKlym.pdf>.
13. Клименко В.В., Кравченко В.І., Кириченко А.М., Личук М.В., Солдатенко В.П. Експериментальна оцінка виготовлення твердого біопалива з композитів на основі рослинних відходів // Энерготехнологии и ресурсосбережение. К. 2016. (№ 3). С. 18-24. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS\\_2016\\_3\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS_2016_3_4).

**REFERENCES:**

1. Horbal N. I., Mazuryk M. M., Mykytyn O. Z. (2021). Vprovadzhennia tsyrkuliarnoi ekonomiky na osnovi yevropeiskoho dosvidu. *Menedzhment ta pidpriemnytstvo v Ukraini: etapy stanovlennia ta problemy rozvytku*, 2 (6). 280-289. URL: <file:///C:/Users/User/Downloads/301-Article%20Text-506-2-10-20220112.pdf> [in Ukrainian].

2. Zorina O.V., Mavrykin Ye.O. (2021). Suchasni pidkhody do obrobky ta utylizatsii vtorynnykh osadiv hospodarsko-pobutovykh stichnykh vod. *Vodni resursy. Melioratsiia i vodne hospodarstvo*. 2. 55-68 [in Ukrainian].
  3. Babaiev V.M., Panov V.V., Khailo Ya.M., Volkov V.M., Horokh M.P. (2018). Alternatyvni tekhnolohichni rishennia problemy povnoi utylizatsii mulovoho osadu stichnykh vod. *Komunalne hospodarstvo mist*. 144. 32-42 [in Ukrainian].
  4. Shkvirko O. M., Tymchuk I. S., Malovanyi M. S. (2019). Adaptatsiia svitovoho dosvidu utylizatsii osadiv stichnykh vod do ekolohichnykh umov Ukrainy. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. T. 29. 2. 82-87 [in Ukrainian].
  5. Khrunyk S.Ia., Mazurak O.T., Sanytskyi M.A., Retsko K. (2013). Enerhetyчне vykorystannia osadiv stichnykh vod u tsementnii promyslovosti. *Lvivskiy politekhnichnyi universytet*. 457-461. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4758/81-457-461.pdf> [in Ukrainian].
  6. Petrova Yu.F., Paziuk Zh. A., Sniezhkin V. M., Novikova Yu.P. (2021) Stan tekhnolohii ochyshchennia stichnykh vod v Ukraini ta sviti. *Teplofizyka ta teploenerhetyka*, t. 43. 1. 5-12 [in Ukrainian].
  7. Bondar O.I., Lozovitskyi P.S., Mashkov O.A., Lozovytskyi A.P. (2015). Ekolohichni stan nakopychennykh osadiv stichnykh vod m. Kyieva. *Naukovo-praktychnyi zhurnal Ekolohichni nauky*. 7. 38-53. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2015/7/5.pdf> [in Ukrainian].
  8. Klymenko V., Kravchenko V. (2020) Prediction of effective elasticity coefficients of composite biofuel. *Technical journal*, 8. 14. 2. 94-99. URL: <https://doi.org/10.31803/tg-20200311115340>. [ in Khorvatiia].
  9. Karp I. M., Pianykh K. Ye., Nikitin Ye. Ye. (2017). Problema utylizatsii ta zneshkodzhennia mulovykh osadiv. *Enerhotekhnolohyy y resursosberezhenye*. 2. 35-48. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS\\_2017\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS_2017_2_6) [in Ukrainian].
  10. Kashkovskiy V.I., Yevdokymenko V.O., Kamenskykh D.S., Tkachenko T.V., Vakhrin V.V. Zolni ta zoloshlakovi vidkhody yak bahatofunktsionalna syrovyna. *Nauka ta innovatsii*. 2017. T. 13. № 4. S. 53–63. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/124895> [in Ukrainian].
  11. Klymenko V. V., Kravchenko V. I. (2013). Hazyfikatsiia tverdykh biopalyv ta obhruntuvannia konstruksii hazoheneratoriv dlia yii provadzhennia. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn*. 43(2). 113-119. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmntz\\_2013\\_43%282%29\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmntz_2013_43%282%29_22) [in Ukrainian].
  12. Klymenko V. V., Kravchenko V. I., Bokov V. M., Hutsul V. I. (2017). Tekhnolohichni osnovy vyhotovlennia biopalyva z roslynnykh vidkhodiv ta yikh kompozytiv: monohrafiia /za red. V.V. Klymenka. Kropyvnytskyi: PP «Ekskliuzyv-System». 162. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/6980/1/MonographyKlym.pdf> [in Ukrainian].
  13. Klymenko V.V., Kravchenko V.I., Kyrychenko A.M, Lychuk M.V., Soldatenko V.P. (2016). Eksperymentalna otsinka vyhotovlennia tverdoho biopalyva z kompozytiv na osnovi roslynnykh vidkhodiv. *Enerhotekhnolohyy y resursosberezhenye*. K. 3. 18-24. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS\\_2016\\_3\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS_2016_3_4) [in Ukrainian].
-

## ЗМІСТ

<b>КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	3
<b>Антоненко А. В., Сорочинський О. О., Гунько О. С., Шульженко К. Ю., Христенко Д. О.</b> Моделювання та проектування приватного мережево-серверного середовища з використанням технології OpenNebula .....	3
<b>Завгородній В. В., Завгородня Г. А., Березінський Ю. С., Березінська І. П.</b> Реалізація криптостійкого алгоритму із простою процедурою шифрування та дешифрування на основі еліптичних кривих .....	13
<b>Клещ К. О., Царьов М. О.</b> Модифікація алгоритмів нечіткого пошуку для використання таблиці подібності символів .....	21
<b>Яровий О. В., Завгородній В. В.</b> Розробка системи управління мобільними агентами.....	29
<b>ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	37
<b>Горач О. О., Дзюндзя О. В., Олейникова С. О.</b> Технологічне обладнання та проектування технологічних ліній для виробництва борошна функціонального призначення.....	37
<b>Мідлер Г. С., Мамченко Л. Є., Неміріч О. В., Ройко О. Є.</b> Удосконалення технології біфштексів з використанням м'яса кролика і амарантового борошна .....	46
<b>Приліпко Т. М., Кузьмінська І. М.</b> Ефективність різних режимів інтенсивного перемішування рибного фаршу з різними наповнювачами.....	56
<b>Резвих Н. І., Дзюндзя О. В., Винарчук Г. В.</b> Дослідження сучасних тенденцій виробництва збивних цукерок типу «пташине молоко» в Україні та світі .....	63
<b>Ряполова І. О., Теленик Я. С.</b> Сенсорні показники якості і безпечність розроблених комбінованих м'ясних паштетів .....	70
<b>Юрченко С. Л., Колеснікова М. Б., Черемська Т. В., Андрєєва С. С., Діхтяр А. М.</b> Сучасні підходи до розроблення меню закладів ресторанної індустрії .....	79
<b>ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	88
<b>Кравченко В. І., Білоус Ю. В., Кравченко В. П.</b> Створення та обґрунтування композитного палива на основі осаду стічних вод .....	88

## CONTENTS

<b>COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY .....</b>	<b>3</b>
<b>Antonenko A. V., Sorochynskiy O. O., Hunko O. S., Shulzhenko K. Yu., Khrystenko D. O.</b> Modeling and design of a private network-server environment using OpenNebula technology .....	3
<b>Zavgorodnii V. V., Zavgorodnya A. A., Berezinsky Yu. S., Berezinska I. P.</b> Implementation of a cryptographically strong algorithm with a simple encryption and decryption procedure based on elliptic curves .....	13
<b>Kleshch K. O., Tsarov M. O.</b> Modification of the fuzzy search algorithms to use a symbols similarity table .....	21
<b>Yarovy O. V., Zavgorodnii V. V.</b> Development of mobile agents management system .....	29
<b>FOOD TECHNOLOGY .....</b>	<b>37</b>
<b>Gorach O. O., Dzyundzya O. V., Oleinikova S. O.</b> Technological equipment and design of technological lines for the production of functional purpose flour .....	37
<b>Midler H. S., Mamchenko L. E., Niimirich O. V., Roiko O. E.</b> Improving the technology of bishtex with rabbit meat and amaranth flour.....	46
<b>Prylipko T. M., Kuzminska I. M.</b> Effectiveness of different regimes of intensive mixing of minced fish with different fillers.....	56
<b>Rezvykh N. I., Dzyundzya O. V., Vinarchuk H. V.</b> Study of current production trends of the whipped candies "Bird's milk" type in Ukraine and in the world.....	63
<b>Ryapolova I. O., Telenyk Ya. S.</b> Sensory indicators of the quality and safety of the designed combined meat pates .....	70
<b>Iurchenko S. L., Kolesnikova M. B., Cheremska T. V., Andreeva S. S., Dikhtyar A. M.</b> Modern approaches to menu development for restaurant industry establishments.....	79
<b>HYDRAULIC CONSTRUCTION, WATER ENGINEERING AND WATER TECHNOLOGIES .....</b>	<b>88</b>
<b>Kravchenko V. I., Bilous Y. V., Kravchenko V. P.</b> Creation and justification of composite fuel based on wastewater sediment.....	88



## НОТАТКИ

# **Таврійський науковий вісник**

## **Випуск 3**

### **Технічні науки**

Підписано до друку 06.10.2023 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 7,96. Зам. № 0823/478

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
Україна, м. Одеса, 65101, вул. Інглезі, 6/1  
Телефони: +38 (095) 934-48-28, +38 (097) 723-06-08  
E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.