

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

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Технічні науки

Випуск 6



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

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

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 5 від 29.12.2022 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 6. 86 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 681.2

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.1>

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ГРАВІМЕТРА

Безвесільна О. М. – доктор технічних наук,
професор кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю
Національного технічного університету України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID ID: 0000-0002-6951-1242

Гриневич М. С. – асистент кафедри робототехніки,
електроенергетики та автоматизації імені професора Б. Б. Самокоткіна
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0001-9183-5211

Трансформаторні перетворювачі використовуються для вимірювань прискорення сили тяжіння g , інформація щодо яких необхідна в геофізиці, геології для розвідки корисних копалин; в інерціальній навігації рухомих об'єктів для корекції їх характеристик. Існує багато засобів вимірювання g . Для цього використовують гіроскопічні, п'єзоелектричні, струнні, смісні та інші типи гравіметрів. Трансформаторні гравіметри (ТГ) є одними із найкращих перетворювачів. Головною причиною цього є їх простота та надійність, відносно висока чутливість, широкий робочий частотний діапазон, лінійні характеристики у широкому динамічному діапазоні, потужний вихідний сигнал, стійкість до впливів навколишнього середовища та ін. Тому експериментальні дослідження характеристик трансформаторного гравіметра є, безумовно, актуальними. У статті описано проведені експериментальні дослідження трансформаторного гравіметра, надано опис нової вимірювальної схеми з його використанням. Проведено експериментальні дослідження, за результатами яких побудовано частотну характеристику вихідного сигналу даного гравіметра. Побудовано вимірювальну схему, що дозволяє виконувати експериментальні дослідження трансформаторного гравіметра.

Встановлено, що при збільшенні частоти f коливань вібростенду амплітуда вихідної напруги трансформаторного гравіметра $U_{ТГ}$ зменшується; максимальна амплітуда вихідної напруги трансформаторного гравіметра $U_{ТГ}$ має місце при значеннях частоти коливань вібростенду $f = 800$ Гц для всіх значень $U_{ген}$, що дорівнює частоті власних коливань ТГ; напруга генераторної обмотки $U_{ген}$ прямо пропорційно впливає на зміну напруги

трансформаторного гравіметра $U_{ТГ}$; при будь-якій $U_{ген}$ характеристики мають лінійний характер за умови, що $f \geq 500$ Гц, при меншій частоті спостерігається нелінійність, яка обумовлена технологічними похибками виготовлення вимірювального перетворювача.

Ключові слова: гравіметрія, прискорення сили тяжіння, трансформаторний гравіметр, експеримент.

Bezvesilna O. M., Grynevych M. S. Experimental results of a transformer gravimeter

Transformer transducers are used to measure the acceleration of gravity g , the information about which is necessary in geophysics, geology for mineral exploration; in inertial navigation of moving objects to correct their characteristics. There are many means of measuring g . Gyroscopic, piezoelectric, string, capacitive and other types of gravimeters are used for this. Transformer gravimeters (TG) are among the best transducers. The main reason for this is their simplicity and reliability, relatively high sensitivity, wide operating frequency range, linear characteristics in a wide dynamic range, powerful output signal, resistance to environmental influences, etc. Therefore, experimental studies of the characteristics of the transformer gravimeter are certainly relevant. The article describes the conducted experimental studies of the transformer gravimeter; provides a description of the new measuring circuit with its use. Experimental studies were conducted, based on the results of which the frequency characteristic of the output signal of this gravimeter was constructed. A measuring scheme has been built, which allows to carry out experimental studies of the transformer gravimeter.

It was established that with an increase in the frequency f of vibrations of the vibrostand, the amplitude of the output voltage of the $U_{ТГ}$ transformer gravimeter decreases; the maximum amplitude of the output voltage of the $U_{ТГ}$ transformer gravimeter takes place at values of the vibration frequency of the vibration stand $f = 800$ Hz for all values of $U_{ген}$, which is equal to the frequency of the own oscillations of the TG; the voltage of the generator winding $U_{ген}$ has a direct proportional effect on the change in the voltage of the transformer gravimeter $U_{ТГ}$; at any $U_{ген}$, the characteristics are linear; provided that $f \geq 500$ Hz, at a lower frequency, nonlinearity is observed, which is due to technological errors in the manufacture of the measuring transducer.

Key words: gravimetry, gravitational acceleration, transformer gravimeter, experiment.

Постановка проблеми. Трансформаторні гравіметри (ТГ) є одними із найкращих датчиків [1]. Головною причиною цього є їх простота та надійність, відносно висока чутливість, широкий робочий частотний діапазон, лінійні характеристики у широкому динамічному діапазоні, потужний вихідний сигнал, стійкість до впливів навколишнього середовища та ін. Такі датчики пропонується використовувати для вимірювань прискорення сили тяжіння (ПСТ), інформація щодо яких необхідна в геофізиці, геології для розвідки корисних копалин; в інерціальній навігації рухомих об'єктів для корекції їх характеристик та ін.

Тому експериментальні дослідження характеристик трансформаторного гравіметра є, безумовно, актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведені дослідження показали, що великий внесок у теорію та практику гравіметричних вимірювань було зроблено низкою видатних вчених: В.О. Багрянцем, А.М. Лозинською, В.В. Фединським, Н.П. Грушинським та іншими [2]. Не менш велику роль відіграли й іноземні вчені: А. Граф, В.Торге, М.Гольвані, Д.Гаррісон та інші.

Існує багато засобів вимірювання ПСТ. Для цього використовують гіроскопічні, п'єзоелектричні, струнні, емнісні та інші типи гравіметрів. Всі ці прилади відрізняються як конструктивними, так і функціональними параметрами. Як наслідок – різна чутливість, діапазон вимірювань, стійкість до впливу зовнішніх факторів, габарити та собівартість.

На сьогоднішній день широко використовуються ті засоби вимірювань і контролю, які мають більш високі точність і швидкодію, можливість працювати у складних умовах навколишнього середовища, просту конструкцію. Цим вимогам задовольняють трансформаторні датчики. Тому для вимірювання ПСТ доцільно використовувати саме ТГ.

Серед найвідоміших у світі виробників акселерометрів є фірми “Kistler”, “Instrumente AG”, “Analog Devices”, таганрозький завод «Віброприбор», “Brüel & Kjaer”, “Genisco”, “SFIM”, “Endevco”, “BAE System” та інші [1; 3; 4].

У літературі [3; 4 та ін.] наведено лише деякі відомості про трансформаторні датчики, а саме: види їх конструкцій, найпоширеніші ТГ, галузі застосування датчиків даного типу та деякі статичні характеристики. Зовсім не висвітлено питання експериментальних досліджень характеристик трансформаторного гравіметра та способів підвищення точності показів приладу.

Мета роботи: побудова вимірювальної схеми на основі трансформаторного гравіметра для вимірювання ПСТ, а також проведення циклу експериментальних досліджень з метою побудови частотної характеристики вихідного сигналу ТГ та індукційного перетворювача.

Виклад основного матеріалу. Для проведення експериментальних досліджень ТГ була створена експериментальна установка, принципова схема якої зображена на рис. 1. До її складу входять наступні прилади: 1 – генератор механічних коливань ГМК-1 (вібростенд) із вбудованими в нього двома індукційними перетворювачами електричного сигналу в механічний, 2 – трансформаторний гравіметр, який розташований безпосередньо на вібростенді, 3 – підсилювач змінного струму з регульованими вхідним опором та ємністю, 4 – вольтметри, 5 – осцилограф, 6 – генератор змінної напруги, 7, 8 – вольтметри для реєстрації напруги генератора та напруги індукційного перетворювача відповідно [4].

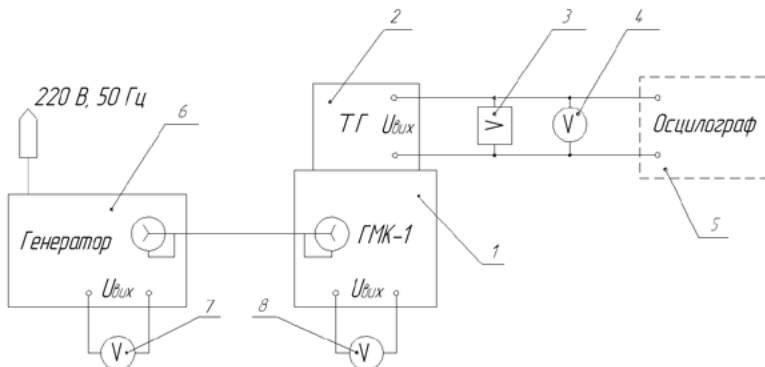


Рис. 1. Принципова схема дослідної установки експериментальних досліджень трансформаторного гравіметра [4]:

1 – генератор механічних коливань; 2 – трансформаторний гравіметр (ТГ); 3 – підсилювач; 4 – вольтметр; 5 – осцилограф; 6 – генератор змінної напруги живлення; 7 – вольтметр для реєстрації напруги генератора; 8 – вольтметр для реєстрації напруги індукційного перетворювача

Основою частиною експериментальної установки (рис. 1) є вібростенд ГМК – 1 або генератор механічних коливань, конструктивно виконаний у вигляді двох магнітопроводів 8, 10 (рис. 2). Ці магнітопроводи жорстко скріплені й утворюють єдину конструкцію соленоїдного типу. Стрижень 7 може рухатись в середині соленоїда, створеного двома магнітопроводами 8, 10.

Рушійну силу для переміщень стрижня 7 створюють індукційні перетворювачі 1, 3 з обмотками 1, 2 та 3, 4. Обмотки 1, 3 виконують функції збудження, а 2, 4 – управління.

Індукційні перетворювачі в схемі призначені для перетворення вхідного електричного сигналу збудження у вихідний механічний сигнал.

У схемі може використовуватися підсилювач – пристрій, який призначений для перетворення електричного заряду в напругу, а також для підсилення вібраційного сигналу по потужності [4].

Стрижень 7 з обмотками 1, 2 та 3, 4 утримується гнучкими опорами у вигляді мембран 6 і 9 спеціального типу, які поєднують достатню жорсткість з великим значенням лінійної ланки силової характеристики.

Закріплення стрижня з обох сторін мембранами дозволяє звести до мінімуму рух по напрямках, які не співпадають із повздовжньою віссю. Це забезпечить стрижню лише один ступінь свободи у потрібному напрямку вертикальної осі. Тому, якщо через генераторну обмотку пропустити струм, то сила, що створюється генераторною обмоткою призведе до вертикального пересування стрижня.

Таким чином, вібростенд ГМК-1, створюючи коливальні прискорення стрижня, діє на робочий стіл 5, де і знаходиться ТГ.

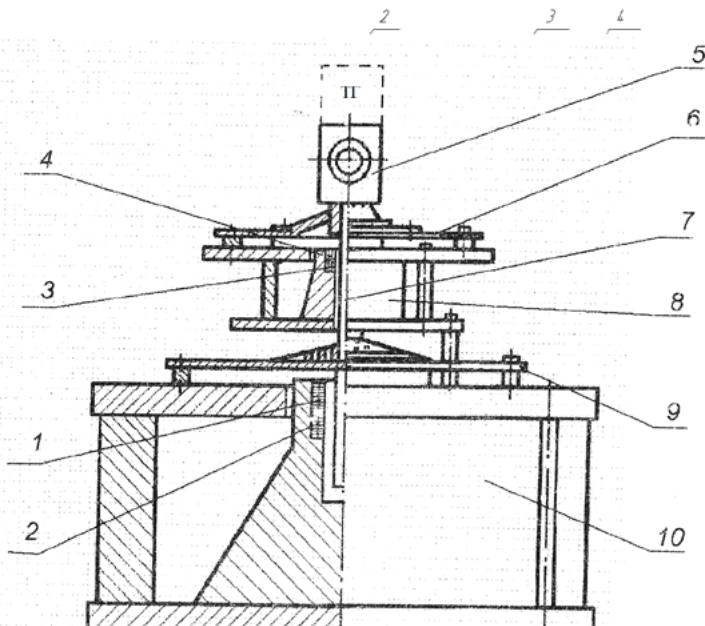


Рис. 2. Генератор механічних коливань [4]:

1, 3 – генераторні обмотки (збудження); 2, 4 – обмотки управління (вихідні);
5 – робочий стіл; 6, 9 – гнучкі мембрани; 7 – стрижень; 8, 10 – магнітопроводи

Досліджуваний ТГ, принципова [5], схема якого наведена на рис. 3, розташований на робочому столу генератора механічних коливань. Власна частота коливань даного датчика складає 800 Гц, а діапазон коливань вібростенда ГМК-1 – (20÷20000 Гц).

Проведено цикл вимірювань з метою дослідження залежності амплітуди вихідної напруги, знятої з трансформаторного гравіметра $U_{ТГ}$ та індукційного перетворювача $U_{ВП}$, від частоти f коливань вібростенда для різних значень напруги генератора, результати наведено у табл. 1–2 і на рис. 4–5.

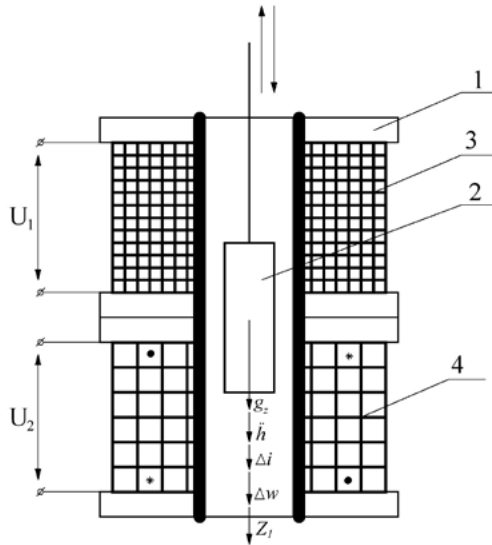


Рис. 3. Принципова схема трансформаторного гравіметра [5]:
 1 – магнітопровід; 2 – якор; 3 – обмотка збудження w_1 ; 4 – вторинна обмотка w_2

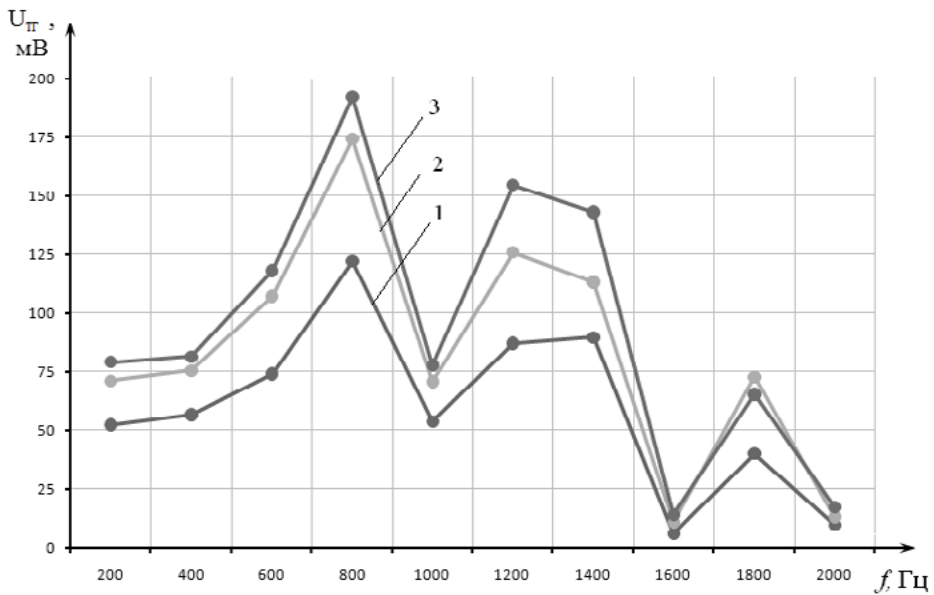


Рис. 4. Залежність вихідної напруги ТГ від частоти коливань вібростенда при різних напругах збудження:
 1 – $U_{\pi} = \psi(f)$ при $U_{ген} = 5V$; 2 – $U_{\pi} = \psi(f)$ при $U_{ген} = 7V$; 3 – $U_{\pi} = \psi(f)$ при $U_{ген} = 8V$

Таблиця 1
Залежність вихідної напруги ТГ від частоти коливань вібростенда при різних напругах збудження

f , Гц	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	
$U_{\text{ТП}}$ МВ	при $U_{\text{ген}} = 5\text{В}$	52,4	56,7	74	121,9	53,8	87	89,6	6,1	40,0	9,8
	при $U_{\text{ген}} = 7\text{В}$	71	75,5	107,1	174,1	70,7	125,8	113	10,8	72,6	13,2
	при $U_{\text{ген}} = 8\text{В}$	79	81,3	118	192	77,8	154,6	143	14	65,2	17

Таблиця 2
Залежність вихідної напруги індукційного перетворювача від частоти коливань вібростенда при різних напругах збудження

f , Гц	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	
$U_{\text{ВП}}$ В	при $U_{\text{ген}} = 5\text{В}$	2,120	1,820	1,780	1,782	1,786	1,785	1,779	1,784	1,782	1,787
	при $U_{\text{ген}} = 7\text{В}$	2,480	1,920	1,850	1,830	1,829	1,822	1,821	1,818	1,819	1,813
	при $U_{\text{ген}} = 8\text{В}$	2,50	2,250	2,240	2,230	2,230	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240

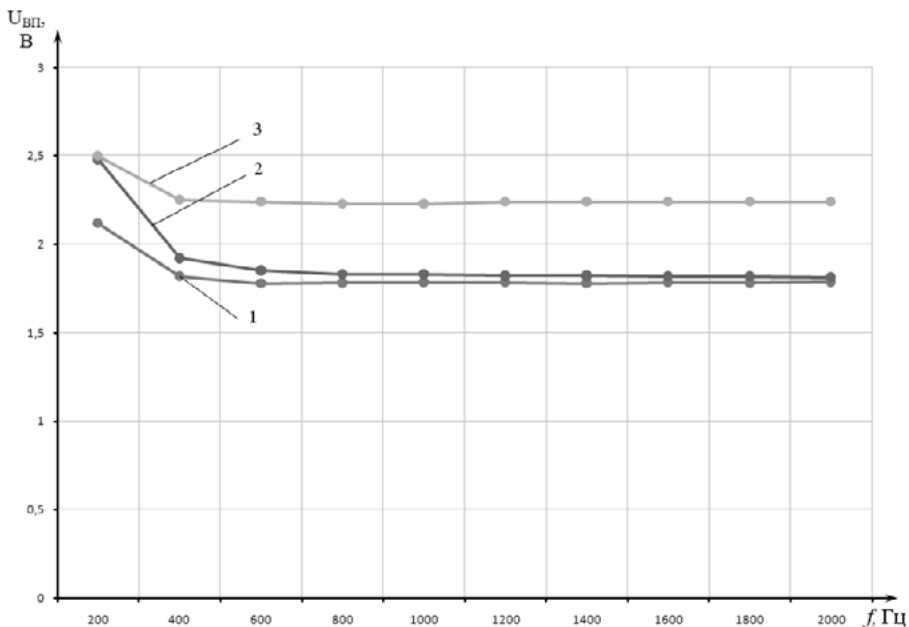


Рис. 5. Залежність вихідної напруги $U_{\text{ВП}}$ від частоти коливань вібростенда при різних напругах збудження:
1 – $U_{\text{ВП}} = \psi(f)$ при $U_{\text{ген}} = 5\text{В}$; 2 – $U_{\text{ВП}} = \psi(f)$ при $U_{\text{ген}} = 7\text{В}$; 3 – $U_{\text{ВП}} = \psi(f)$ при $U_{\text{ген}} = 8\text{В}$

Висновки:

1. Побудовано вимірвальну схему, що дозволяє виконувати еспериментальні дослідження трансформаторного гравіметра;

2. При збільшенні частоти f коливань вібростенду амплітуда вихідної напруги трансформаторного гравіметра $U_{\text{ТГ}}$ зменшується;

3. Максимальна амплітуда напруги трансформаторного гравіметра $U_{\text{ТГ}}$ має місце при значеннях частоти коливань вібростенду $f = 800$ Гц для всіх значень $U_{\text{ген}}$, що дорівнює частоті власних коливань ТГ. Це випадок так званого «головного резонансу» (рис. 4);

4. Напруга генераторної обмотки $U_{\text{ген}}$ прямо пропорційно впливає на зміну напруги трансформаторного гравіметра $U_{\text{ТГ}}$;

5. Із досліджень залежності амплітуд індукційного перетворювача $U_{\text{ВП}}$ (рис. 5) від частоти f коливань вібростенду впливає те, що при будь-якій $U_{\text{ген}}$ характеристики мають лінійний характер за умови, що $f \geq 500$ Гц, при меншій частоті спостерігається нелінійність, яка обумовлена технологічними похибками виготовлення вимірювального перетворювача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н. Н. Датчики систем автоматического контроля и регулирования. М. : Машиностроение, 1995. 310 с.
2. Безвесільна О.М. Вимірювання гравітаційних прискорень: Підручник. Житомир : ЖДТУ, 2002. 264 с.
3. Безвесільна О.М., Войцицький А.П., Єльнікова Т.О., Киричук Ю.В. Засоби вимірювання екологічних параметрів: Підручник. Житомир : ЖДТУ, 2009. 508 с.
4. Безвесільна О.М., Перетворювачі фізичних величин. Технічні засоби автоматизації: Підручник. Житомир : ЖДТУ, 2019. 809 с.
5. Безвесільна О.М., Ткачук А.Г. Трансформаторний гравіметр. Патент на корисну модель №142824 від 25.06.20. Бюл. №12 по заявці № u 2020 00884. Дата подання заявки 12.02.2020.G01V 7/00 <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7690/142824.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REFERENCES:

1. Aheykyn D.Y., Kostyna E.N., Kuznetsova N. N. (1995) Datchyky system avtomatycheskoho kontrolya y rehulyrovanyya. [Sensors of automatic control and regulation systems] M.: Mashynostroenye.
2. Bezvesilna O.M. (2002) Vymiryuvannya hgravitatsiynykh pryskoren: Pidruchnyk. [Measurement of gravitational accelerations: Textbook] Zhytomyr: ZSTU.
3. Bezvesilna O.M., Voytsytskyy A.P., Yelnikova T.O., Kyrychuk YU.V. (2009) Zasoby vymiryuvannya ekolohichnykh parametriv : Pidruchnyk. [Means of measuring environmental parameters: Textbook] Zhytomyr : ZSTU.
4. Bezvesilna O.M., (2019) Peretvoryuvachi fizychnykh velychyn. Tekhnichni zasoby avtomatyzatsiyi : Pidruchnyk. [Converters of physical quantities. Technical means of automation: Textbook] Zhytomyr : ZSTU.
5. Bezvesilna O.M., Tkachuk A.H. Transformatornyy hravimetr. [Transformer gravimeter] Utility model patent No. 142824 dated 06/25/20. Bul. No. 12 upon application No. u 2020 00884. Date of application 12.02.2020.G01V 7/00 <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7690/142824.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

УДК 681.518

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.2>

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДИСТАНЦІЙНОМУ ФОРМАТІ (РОЗРОБКА СЕРВЕРНОЇ ЧАСТИНИ ВЕБ-ДОДАТКУ)

Гайдай Г. Ю. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
ORCID ID: 0000-0002-7454-8007

Грешнов А. Ю. – доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
ORCID ID: 0000-0002-9350-1554.

У статті більш детально розроблено автоматизовану комп'ютерну систему для проведення лабораторних досліджень у дистанційному форматі, а саме, ту частину, яку пов'язано з серверною частиною веб-додатку. Дана система дозволяє отримати віддалений доступ до робочих станцій для проведення досліджень. Систему побудовано навколо веб-додатку та програм віддаленого адміністрування, де веб-додаток керує всією системою, делегує доступ до робочих станцій та веде облік усіх подій. Підключення до робочих станцій здійснюється за допомогою програм віддаленого адміністрування Microsoft RDP та Team Viewer. Актуальність цієї системи зумовлено пандемією коронавірусу, а також введенням воєнного стану на території нашої країни, коли багато студентів та викладачів не мають можливості фізично знаходитися в аудиторіях університету, оскільки це загрожує їх здоров'ю та життю, але навчальний процес повинен продовжуватися навіть за таких умов. Для отримання віддаленого доступу до ліцензійного програмного забезпечення, яке встановлено в університетах, і яке звичайні студенти не можуть встановити на своїх персональних комп'ютерах у зв'язку з його вартістю, було розроблено таку систему, яка забезпечує таку можливість при належному захисті даних. Комп'ютерну систему призначено для підвищення зручності та якості проведення експериментальних досліджень в дистанційному форматі студентами та науковими діячами, а саме для автоматизації процесу отримання даних та дистанційного підключення до ЕОМ в ході проведення експериментальних досліджень. Система складається з наступних функціональних підсистем: пристрій для здійснення підключення, який призначено для отримання доступу до системи через веб-додаток та віддаленого адміністрування робочої станції; веб-додаток, який призначено для управління та моніторингу всієї системи в цілому, а також надання доступу до програми віддаленого адміністрування; програма віддаленого адміністрування; робоча станція. Проведено тестування роботи самої системи та її окремих елементів. Першим було проведено тестування продуктивності та коректності роботи веб-додатку, потім перевірка самої системи у роботі шляхом проведення дистанційного експериментального дослідження.

Ключові слова: комп'ютерна система, сервер, віддалене навчання, адміністрування, лабораторні дослідження.

Haidai H. Yu., Hrieshnov A. Yu. Computer system for laboratory research in a remote mode (development of the web application server side)

In the article, an automated computer system for conducting laboratory research in a remote format is developed in more detail, namely, the part that is connected with the server part of the web application. This system allows remote access to workstations for conducting research. The system is built around a web application and remote administration programs, where the web application manages the entire system, delegate access to workstations, and keep track of all events. Connection to workstations is carried out using remote administration programs Microsoft RDP and Team Viewer. The relevance of this system is due to the coronavirus pandemic, then the introduction of martial law on the territory of our country, when many stu-

dents and teachers do not have the opportunity to physically be in university classrooms, as this threatens their health and life, but the educational process must continue even under such conditions. To obtain remote access to licensed software installed in universities, which ordinary students cannot install on their personal computers due to its cost, the system has been developed that provides this possibility with adequate data protection. The computer system is designed to increase the convenience and quality of conducting experimental research in a remote format by students and scientists, namely to automate the process of obtaining data and remotely connecting to a computer during experimental research. The system consists of the following functional subsystems: a device for making a connection, which is designed to access the system through a web application and remote administration of a workstation; a web application that is designed to manage and monitor the entire system as a whole, as well as providing access to the remote administration program; remote administration program; workstation. Testing of the system itself and its individual elements was carried out. First, the performance and correctness of the web application was tested, and then the system itself was checked in operation by conducting a remote experimental study.

Key words: *computer system, server, remote learning, administration, laboratory experience.*

Постановка проблеми. Комп'ютерні системи для проведення будь-яких лабораторних занять та експериментальних досліджень у дистанційному форматі є досить актуальними на теперішній час. Спочатку це було зумовлено пандемією коронавірусу, потім введенням воєнного стану на території нашої країни, коли багато студентів та викладачів не мають можливості фізично знаходитися в аудиторіях університету, оскільки це загрожує їх здоров'ю та життю, але навчальний процес повинен продовжуватися навіть за таких умов. Однак щоб мати віддалений доступ до ліцензійного програмного забезпечення, яке встановлено в університетах, і яке звичайні студенти не можуть встановити на своїх персональних комп'ютерах у зв'язку з його вартістю, потрібно розробити таку систему, яка зможе забезпечувати таку можливість при належному захисті даних. Саме вирішенню цієї проблеми і присвячено дану статтю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Головною проблемою проведення експериментів під час карантину та в умовах воєнного стану є відсутність доступу до робочих станцій. Проведення досліджень вдома ускладнено через відсутність потрібного обладнання та ліцензійного програмного забезпечення. Доступ до робочих станцій можна отримати «вручну», через програму віддаленого адміністрування та за допомогою системного адміністратора.

Для отримання віддаленого доступу до робочої станції, не використовуючи системи автоматизації, потрібно [1]: встановити та налаштувати програму віддаленого адміністрування на кожній робочій станції; найняти системних адміністраторів, які обслуговуватимуть робочі станції, стежать за роботою, делегують доступ студентам та працівникам ВНЗ.

Такий метод є вкрай неефективним. Головною проблемою такого методу є дорожнеча та неможливість масштабування через те, що на обслуговування та моніторинг станцій потрібен великий штат персоналу, який тільки збільшуватиметься з кількістю робочих станцій. Системним адміністраторам потрібно вручну стежити за статусами комп'ютерів та надсилати коди доступу користувачам за їхніми запитами.

Можна суттєво покращити та оптимізувати отримання віддаленого доступу за допомогою автоматизації всієї системи, переклавши більшу частину завдань системних адміністраторів на сервер та веб-додаток. Користувачам не потрібно буде звертатися до системних адміністраторів для отримання доступу до тієї чи іншої робочої станції, а системним адміністраторам буде зручно стежити за станом системи та робочих станцій через веб-додаток.

Існує багато різних систем для віддаленого адміністрування комп'ютером, серед яких є LabStats, RemotePC, Splashtop, Remote Lab і т.п. [2–4]. Дані системи є досить ефективними та дуже схожими між собою за інтерфейсом, засобами підключення та операційними системами, але суттєвим недоліком усіх цих систем є їх велика вартість, що також є проблемою для звичайного студента. Тому потрібно розробити максимально доступну та автоматизовану комп'ютерну систему з відповідним веб-додатком.

Постановка задачі. Метою статті є розробка серверної частини веб-додатку комп'ютерної системи для проведення лабораторних досліджень в дистанційному форматі, що дозволить реалізувати алгоритм проведення багатьох експериментальних досліджень у віддаленому режимі в умовах карантину, воєнного стану та поза ними під повним контролем викладача.

Виклад основного матеріалу. Комп'ютерну систему призначено для підвищення зручності та якості проведення експериментальних досліджень в дистанційному форматі студентами та науковими діячами, а саме для автоматизації процесу отримання даних та дистанційного підключення до ЕОМ в ході проведення експериментальних досліджень.

У системі можна виділити такі функціональні підсистеми: пристрій для здійснення підключення, який призначено для отримання доступу до системи через веб-додаток та віддаленого адміністрування робочої станції; веб-додаток, який призначено для управління та моніторингу всієї системи в цілому, а також надання доступу до програми віддаленого адміністрування; програма віддаленого адміністрування; робоча станція.

У роботах [5; 6] було розроблено основні вимоги, структурні та функціональні схеми даної комп'ютерної системи, загальний вигляд графічного інтерфейсу користувача. Наступним етапом роботи є розробка серверної частини. Тому дану статтю присвячено більш детальній розробці серверної частини веб-додатку запропонованої системи.

Слід відмітити, що серверна частина складається з трьох основних частин: маршрутизатора, контролера та моделі. Маршрутизатор являє собою файл "index.php", який лежить у кореневій директорії та підключається у конфігураційному файлі ".htaccess" [7]. Залежно від шляху запиту в адресному рядку браузера маршрутизатор підключає той чи інший контролер. Поточний URL береться з масиву \$_SERVER, де він записаний в індексі 'REQUEST_URI'. Потім йде перевірка на те, чи авторизований користувач, і в залежності від цього відбувається маршрутизація. До кожної сторінки маршрутизатор завантажує контролери верхньої та нижньої частини сторінки.

Завантаження контролерів відбувається під час маршрутизації у файлі "index.php". Першим завантажується контролер верхньої частини сайту (header.php), потім завантажується контролер сторінки, а потім контролер нижньої частини сайту (footer.php). Контролери можуть підключатися до себе та виконувати код інших контролерів. Усі контролери перебувають у директорії "catalog/controller".

Модель являє собою файл "main.php", розташований у директорії "catalog/controller". Всередині файлу знаходяться функції, які виконують SQL запити до бази даних. Завантаження функцій моделі відбувається контролерами, коли потрібен доступ до бази даних.

Модель складається з десяти функцій [8]: "__construct" – функція, яка автоматично запускається разом з моделлю, служить для з'єднання з базою даних; "getClassrooms" – функція для отримання списку всіх аудиторій;

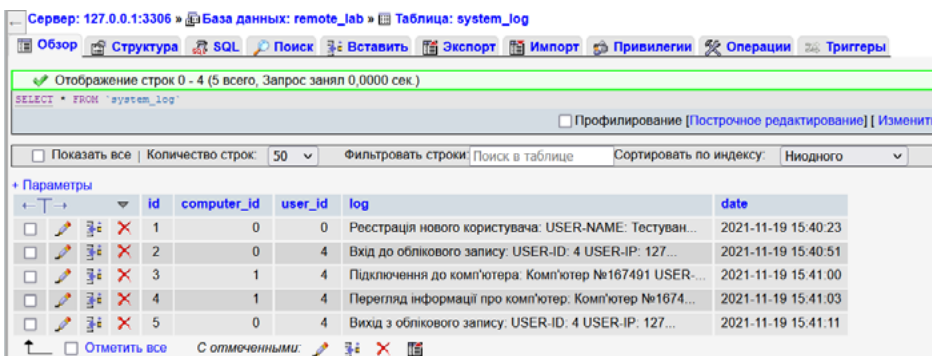
“getClassroomsNum” – функція для отримання кількості робочих станцій в аудиторії; “getComputers” – функція для отримання інформації про робочі станції у певній аудиторії; “getComputerByID” – функція для отримання інформації про конкретну робочу станцію за ID; “getAccessByComputerID” – отримання даних доступу до робочої станції за ID; “updateComputerStatus” – оновлення статусу робочої станції за ID; “manageComputer” – увімкнення або вимкнення станції за ID; “addActionLog” – функція для запису події до журналу обліку; “checkLogin” – функція перевірки користувача під час авторизації; “checkUser” – функція перевірки користувача під час реєстрації; “createUser” – функція для створення нового користувача. З’єднання з базою даних відбувається в конфігураційному файлі “config.php”, що лежить у кореневій директорії.

Дистанційне увімкнення робочої станції можливе за допомогою технології Wake-on-LAN (WoL) та сервера веб-додатку [9]. Для цього мережевий адаптер материнської плати робочої станції повинен підтримувати WoL, а IP адреса в мережі Інтернет має бути постійною.

Після налаштування BIOS потрібно увімкнути WoL в операційній системі, для цього потрібно в диспетчері пристроїв Windows вибрати мережевий адаптер робочої станції. У налаштуваннях мережевого адаптера увімкнути Wake on Magic Packet.

Після цього робоча станція налаштована та готова до увімкнення за допомогою Wake-on-LAN. Для перевірки статусу робочої станції використовується спеціальна PHP функція fsockopen [7], що дозволяє встановити з’єднання TCP. Функція CheckWorkstationOnline використовує fsockopen(), якщо відповідь false, і означає, що робоча станція вимкнена або хтось підключений через RDP. Для перевірки використовується IP адреса та port робочої станції, що зберігається в БД. Ця функція може бути поставлена на cron, щоб періодично викликатися та оновлювати статус робочих станцій.

Важливою частиною веб-додатку є коректне ведення технічного обліку подій. Технічний облік здійснюється за допомогою контролерів сторінок і моделі при різних діях користувача. У контролері формується повідомлення обліку, який передається моделі та записується до таблиці “system_log” бази даних [10]. Звіт формується за наступних дій користувача: створення нового облікового запису користувача; авторизація до облікового запису; отримання доступу до робочої станції; перегляд інформації про робочу станцію; вихід з облікового запису. Адміністратор системи може в будь-який час відкрити веб-програму phpMyAdmin для перегляду технічного обліку подій (рис. 1).



id	computer_id	user_id	log	date
1	0	0	Реєстрація нового користувача: USER-NAME: Тестуван...	2021-11-19 15:40:23
2	0	4	Вхід до облікового запису: USER-ID: 4 USER-IP: 127...	2021-11-19 15:40:51
3	1	4	Підключення до комп'ютера: Комп'ютер №167491 USER...	2021-11-19 15:41:00
4	1	4	Перегляд інформації про комп'ютер: Комп'ютер №1674...	2021-11-19 15:41:03
5	0	4	Вихід з облікового запису: USER-ID: 4 USER-IP: 127...	2021-11-19 15:41:11

Рис. 1. Результати тестування технічного обліку подій

У системі для контролю над робочими станціями використовується дві програми віддаленого адміністрування: Microsoft RDP та Team Viewer [5].

Завершальним етапом розробки системи є тестування роботи самої системи та її окремих елементів. Першим було проведене тестування продуктивності та коректності роботи веб-додатку. Потім перевірка самої системи у роботі шляхом проведення дистанційного експериментального дослідження.

Для тестування веб-додатку базу даних було заповнено тестовими даними (рис. 2), які були імітацією заповненості БД, що дозволило перевірити швидкість роботи веб-додатку. Перевірка продуктивності відбувалася на найбільш завантаженій сторінці з робочими станціями, використовуючи Google Lighthouse у браузері Google Chrome.

Сервер: 127.0.0.1:3306 » База даних: remote_lab

Структура SQL Поиск Запрос по шаблону Экспорт Импорт Операции Привилегии

Фильтры
Содержит слово:

Таблица	Действие	Строки	Тип	Сравнение	Размер	Фрагментировано
<input type="checkbox"/> access	✱	1,520	InnoDB	utf8_general_ci	256 КюБ	-
<input type="checkbox"/> classrooms	✱	24	InnoDB	utf8_general_ci	16 КюБ	-
<input type="checkbox"/> computers	✱	1,520	InnoDB	utf8_general_ci	544 КюБ	-
<input type="checkbox"/> system_log	✱	4,520	InnoDB	utf8_general_ci	1.5 КюБ	-
<input type="checkbox"/> users	✱	2,300	InnoDB	utf8_general_ci	272 КюБ	-
5 таблиц	Всего	9,884	InnoDB	utf8_general_ci	2.6 МБ	0 Байт

Отметить все С отмеченными:

Рис. 2. База даних в phpMyAdmin

У ході тестування на сторінці з робочими станціями було отримано рейтинг продуктивності 98 балів зі 100 можливих (рис. 3). Повні результати тестування наведено у таблиці.

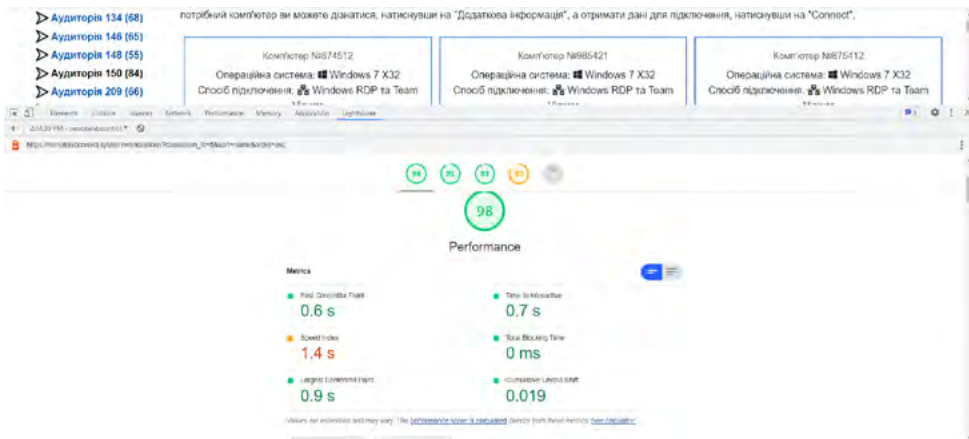


Рис. 3. Результати перевірки в Google Lighthouse

Останнім важливим етапом розробки є тестування всієї системи з проведенням умовного дистанційного експерименту з використанням розробленої системи.

Змодельюємо ситуацію, коли студенту потрібно виконати практичну роботу з програмування, але фізичного доступу до комп'ютерів університету він не має

Таблиця

Результати перевірки в Google Lighthouse

Параметр	Результат
Час появи першого тексту/зображення на екрані (First Contentful Paint)	0.6 с
Час відображення всього вмісту сторінки (Speed Index)	1.4 с
Час завантаження найбільшого елемента в області перегляду (Largest Contentful Paint)	0.9 с
Час, через який сторінка стає інтерактивною (Time to Interactive)	0.7 с
Час блокування сторінки у відповідь на дії користувача (Total Blocking Time)	0 мс
Візуальна стабільність сторінки, зміщення макету через асинхронне завантаження (Cumulative Layout Shift)	0.019 с

через карантин, або воєнний стан, а на персональному комп'ютері роботу виконати неможливо через відсутність ліцензійного ПЗ. Для тестування в якості робочої станції було використано персональний комп'ютер, а у якості пристрою, з якого було здійснено підключення – ноутбук. Всі ці пристрої були підключені до мережі Інтернет і на обох встановлено програми для віддаленого доступу.

Після авторизації студент може вивчити на головній сторінці потрібну йому інформацію та перейти на сторінку з робочими станціями. Перейшовши до списку робочих станцій, є можливість точного вибору потрібної робочої станції завдяки кнопці «Додаткова інформація» (рис. 4).

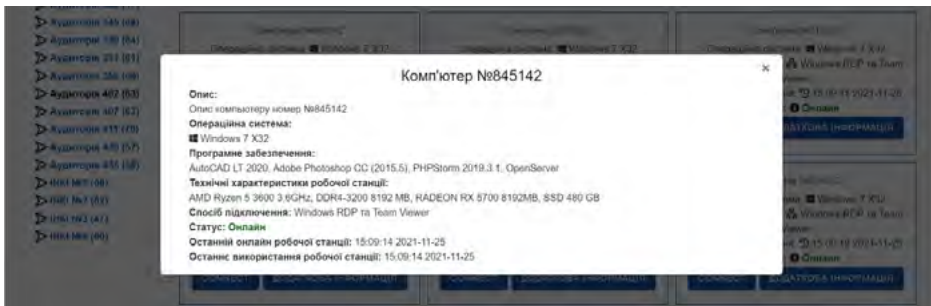


Рис. 4. Вікно з повною інформацією про робочу станцію

Обравши робочу станцію, що задовольняє вимогам його роботи, студент натискає на кнопку “Connect”. У вікні, що відкрилося, можна вивчити потрібну інформацію і отримати доступ до робочої станції.

Студент обравши Team Viewer, отримує доступ та відкриває програму віддаленого адміністрування. Ввівши дані доступу у цій програмі, отримує повний контроль над робочою станцією для проведення досліджень з можливістю використовувати будь-яке необхідне для досліджень програмне забезпечення всередині ОС. Провівши необхідні дослідження на робочій станції, студент відключається, звільняючи робоче місце для інших користувачів.

Висновки. У статті було більш детально розроблено автоматизовану комп'ютерну систему для проведення лабораторних досліджень у дистанційному

форматі, а саме, ту частину, яку пов'язано з серверною частиною веб-додатку. Дана система дозволяє отримати віддалений доступ до робочих станцій для проведення досліджень. Систему побудовано навколо веб-додатку та програм віддаленого адміністрування, де веб-додаток керує всією системою, делегує доступ до робочих станцій та веде облік усіх подій. Підключення до робочих станцій здійснюється за допомогою програм віддаленого адміністрування Microsoft RDP та Team Viewer.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Трохименко В. О. Дистанційне навчання педагогічних працівників: досвід і проблеми. *Післядипломна освіта в Україні*. 2004. С. 29–32.
2. About Us, 2021. URL: <https://labstats.com/about>. Accessed on: Oct. 10, 2022.
3. Splashtop Remote Access & Remote Support Pricing, 2021. URL: <https://www.splashtop.com/pricing>. Accessed on: Oct. 17, 2022.
4. Remote Lab Access How To, 2021. URL: <https://www.uvic.ca/systems/facilities/remotelabaccess/remotelabhowto.php>. Accessed on: Sep. 28, 2022.
5. Гайдай Г. Ю., Грешнов А. Ю. Автоматизована комп'ютерна система для проведення експериментальних досліджень у дистанційному форматі. *Таврійський науковий вісник. Серія : «Технічні науки» / Херсонський державний аграрно-економічний університет*. Випуск 1. Херсон : Видавничий дім «Гельветика». 2022. С. 3–11.
6. Гайдай Г. Ю., Жуков Ю. Д., Кудін О. О. The current state and prospects of the use of distance learning instruments during study ship engineering. *Information Technology and Learning Tools*. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/view/1116>. Vol. 87, № 1. Київ, 2022. P. 151–165. Accessed on: Nov. 3, 2022.
7. Котеров Д. В., Симдянов И. В. PHP 7. СПб : БХВ-Петербург, 2017. 1073 с.
8. Responsive Navbar with HTML CSS without Bootstrap – MarkupTag, 2021. URL: <https://www.markuptag.com/responsive-navbar-with-html-css-without-bootstrap>. Accessed on: Oct. 15, 2022.
9. Структура веб-приложения, 2021. URL: <http://labaka.ru/likbez/struktura-veb-prilozheniya> (дата обращения: 06.11.22).
10. Open Server Panel, 2021. URL: <https://ospanel.io/docs/>. Accessed on: Nov. 9, 2022.

REFERENCES:

1. Trokhymenko V. O. (2004). Dystantsiine navchannia pedahohichnykh pratsivnykiv: dosvid i problemy [Distance learning of teachers: experience and problems]. *Pisliadyplomna osvita v Ukraini – Postgraduate education in Ukraine*. С. 29–32 [in Ukrainian].
2. (2021) About Us. Retrieved from: <https://labstats.com/about>. Accessed on: Oct. 10, 2022 [in English].
3. (2021) Splashtop Remote Access & Remote Support Pricing. Retrieved from: <https://www.splashtop.com/pricing>. Accessed on: Oct. 17, 2022 [in English].
4. (2021) Remote Lab Access How To. Retrieved from: <https://www.uvic.ca/systems/facilities/remotelabaccess/remotelabhowto.php> Accessed on: Sep. 28, 2022 [in English].
5. Haidai H. Yu., Hrieshnov A. Yu. (2022) Automated computer system for conducting experimental research in a remote format. *Tavriiskyyi naukovyyi visnyk. Seriya: «Tekhnichni nauky» / Khersonskyyi derzhavnyi ahrarno-ekonomichnyi universytet*. Vol. 1. Kherson : Vydavnychy dim «Helvetyka». 2022. pp. 3–11 [in Ukrainian].
6. Haidai H. Yu., Zhukov Yu. D., Kudin O. O. (2022). The current state and prospects of the use of distance learning instruments during study ship engineering. *Information Technology and Learning Tools*. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index>.

php/itlt/issue/view/116. Vol. 87, № 1. Kyiv, 2022. pp. 151-165. Accessed on: Nov. 3, 2022 [in English].

7. Koterov D. V., Simdyanov I. V. (2017). *PHP 7*. СПб : БХВ-Петербург [in Russian].

8. (2021) Responsive Navbar with HTML CSS without Bootstrap – MarkupTag. Retrieved from: <https://www.markuptag.com/responsive-navbar-with-html-css-without-bootstrap>. Accessed on: Oct. 15, 2022 [in English].

9. (2021) Структура veb-prilozheniya [Web Application Structure]. Retrieved from: <http://labaka.ru/likbez/struktura-veb-prilozheniya>. Accessed on: Nov. 6, 2022 [in Russian].

10. (2021) Open Server Panel. Retrieved from: <https://ospanel.io/docs/>. Accessed on: Nov. 9, 2022 [in English].

УДК 004.93

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.3>

РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS

Саєчук Т. О. – кандидат технічних наук,
професор кафедри комп'ютерних наук
Вінницького національного технічного університету
ORCID ID: 0000-0002-0061-6206

Пастух І. П. – магістрант кафедри комп'ютерних наук
Вінницького національного технічного університету
ORCID ID: 0000-0003-1080-1736

Запропоновано інформаційну технологію розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams за рахунок використання нейронної згорткової мережі та засобів технології Azure, а також розроблено її структуру та структуру компонентів платформи Azure. Проаналізовано засоби-аналоги та виявлено їх переваги і недоліки. Проаналізовано узагальнений метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій, визначено його недоліки та запропоновано удосконалений метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій та отримувати дані про емоційні реакції учасників відеоконференцій на певні новини, оголошення, теми дискусій, для оцінки здібностей ораторів, виявлення емоційно негативних моментів відеоконференцій та причин їх виникнення за рахунок використання бібліотеки Graph API та засобів хмарної технології Azure. Запропонований удосконалений метод ліг в основу відповідної інформаційної технології. Проведено експерименти, кожен з яких передбачав різну кількість учасників відеоконференцій, різні сценарії, різні комбінації ввімкнення та вимкнення камер та різні емоції. Аналіз результатів функціонування показав, що розроблена інформаційна технологія потребує одноразового запуску для того, щоб обробляти будь-яку кількість відеоконференцій, в той час як засоби-аналоги потребують окремого запуску на кожну відеоконференцію. Розроблена технологія надає можливість розпізнати 94% емоцій учасників відеоконференцій на відміну від засобів-аналогів, так як вона підтримує велику кількість учасників одночасно без погіршення якості їх зображень, а також ідентифікувати усіх учасників відеоконференції та їх емоційний стан, що неможливо при використанні сучасних програмних засобів.

Ключові слова: розпізнавання емоцій, хмарні технології, згорткові нейронні мережі, Microsoft Teams, Azure, відеоконференції.

Savchuk T. O., Pastukh I. P. Recognizing the emotions of participants in video conferences in Microsoft Teams

An information technology for recognizing the participants emotions during video conferences in Microsoft Teams using a convolutional neural network and Azure cloud tools is proposed. The structure of information technology and the structure of the Azure platform components are developed. Analogues were analyzed and their advantages and disadvantages were identified. The generalized method of recognizing participants emotions was analyzed, its disadvantages were identified. An improved method of recognizing participants emotions during video conferences in Microsoft Teams was proposed, which made it possible to automate the user's work and obtain data about the emotional reactions of participants in video conferences to certain news, announcements, discussion topics, to assess the abilities of speakers, detection of emotionally negative moments of video conferences and their causes due to the use of the Graph API library and Azure cloud technology. The proposed improved method became the basis of the relevant information technology. Experiments were performed, each of them involving a different number of video conference participants, different scenarios, different combinations of camera on and off, and different emotions. Analysis of the results showed that the developed information technology requires a single launch to handle any number of video conferences, while analog tools require a separate launch for each video conference. The developed technology makes it

possible to recognize 94% emotions of video conference participants, unlike similar tools, as it supports a large number of participants at the same time without degrading the quality of their images. The developed technology makes it possible to identify all video conference participants and their emotional state, which is impossible using modern software.

Key words: *emotion recognition, cloud technologies, convolutional neural networks, Microsoft Teams, Azure, video conferences.*

Вступ. У наслідок переходу багатьох компаній та установ на дистанційний тип роботи, більшість з них переходить на відеоконференції у форматі онлайн замість живих зустрічей, що відкриває додаткове джерело інформації, яке можна вивчати та аналізувати.

На сьогоднішній день Microsoft Teams є одним з найпопулярніших додатків для проведення відеоконференцій [1]. Щодня на платформі Microsoft Teams користувачі роблять понад 2.7 мільярдів хвилин дзвінків, більш ніж 43% з яких відбуваються з відеокамерами [2]. На даний момент існує велика кількість інструментів для розпізнавання емоцій, найпопулярнішими з яких є FaceReader та Microsoft Oxford Project Emotion Recognition. Зазначені інструменти мають потужний функціонал і високу точність розпізнавання у багатьох випадках [3; 4]. Проте, використання існуючих додатків лише частково може вирішити поставлену задачу встановленням додатків на комп'ютери учасників, постійного моніторингу їх безперервної роботи, об'єднанням їх у єдину систему тощо. Такий підхід є складним та неефективним. Отож, доцільним є розширення функціональних можливостей програмних засобів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

Удосконалений метод та структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

З урахуванням відомого методу розпізнавання [6], метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій включатиме основні етапи, що наведені на рисунку 1.

1. Встановлення засобів для розпізнавання емоцій.
2. Перед початком відеоконференції, користувачу потрібно запустити засіб для розпізнавання емоцій.
3. Вхід учасника у відеоконференцію.
4. Очікування завершення відеоконференції.
5. Вихід учасника з відеоконференції в Microsoft Teams, її завершення.
6. Отримання та збереження результатів.

Так як метод не підтримує можливість працювати з багатьма відеоконференціями окремо, то для його реалізації потрібно встановлювати сторонні програми на робочі комп'ютери усіх людей, відеоконференції з якими потрібно аналізувати, що тягне за собою певну рутинну ручну роботу і додає людський фактор. При такому підході буде додаткове навантаження на комп'ютери, стане неможливим змінити точність розпізнавання емоцій, а підхід, відповідно, вимагає багато додаткових дій зі сторони користувача. Також метод не підтримує можливість ідентифікувати учасників відеоконференції, й не має можливості отримання

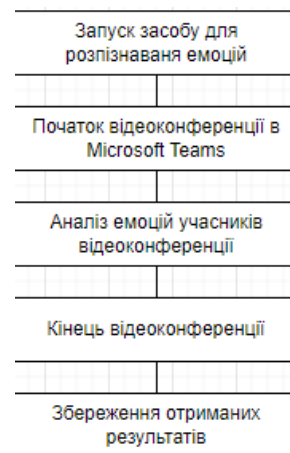


Рис. 1. Схема узагальненого методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференції

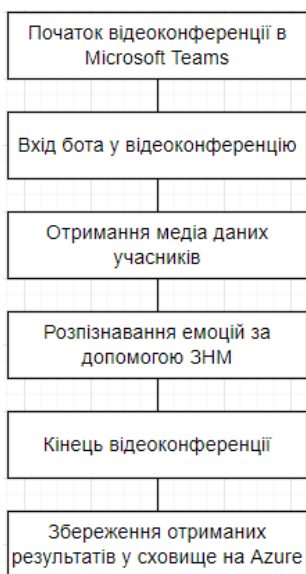


Рис. 2. Схема удосконаленого алгоритму розпізнавання емоцій учасників відеоконференції у Microsoft Teams

даних про кожного учасника окремо та можливості розрізняти учасників.

Для усунення означених недоліків, пропонується використання хмарних віртуальних машин та застосування політики запису дзвінків з бібліотеки Graph API, завдяки яким користувачам замість встановлення сторонніх програм, їх запуску та збору результатів буде достатньо лише додати у конфігурацію запропонованої технології поштову адресу учасника яка використовується в Microsoft Teams. В результаті все навантаження з комп'ютерів користувачів перейде на хмарну технологію, і вся робота по запуску засобів для розпізнавання емоцій та збереження отриманих результатів буде автоматизована. При цьому, зникне необхідність запуску технології перед кожною відеоконференцією, так як всі відеоконференції будуть оброблятися окремо та автоматично. Також, у разі потреби, користувач матиме змогу змінювати точність та модель нейронної мережі під свої потреби, замінивши відповідні файли нейронної мережі на хмарних віртуальних машинах. Програма бота матиме доступ до

камер учасників відеоконференції та зможе аналізувати емоції кожного учасника окремо [5].

Таким чином, узагальнений метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams з запропонованими удосконаленнями буде містити такі етапи (рисунок 2):

1. Очікування початку відеоконференції в Microsoft Teams з одним із сконфігурованих учасників.
2. Вхід бота у відеоконференцію. Вхід бота виконується автоматично під час того, коли хоча б один із наперед сконфігурованих учасників увійшов у відеоконференцію. Бот являє собою спеціальну програму, яка використовує Graph API для входу у відеоконференцію, виходу та отримання медіа даних учасників.
3. Отримання медіа даних учасників відеоконференції, здійснюється за допомогою бібліотеки Graph API.
4. Процес розпізнавання емоцій учасників.
5. Кінець відеоконференції.
6. Збір оброблених даних по кожному учаснику відеоконференції та збереження даних у Azure storage account для подальшого аналізу користувачем.

Для реалізації інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams, структура інформаційної технології повинна містити такі складові [6].

З метою забезпечення управління процесами між усіма модулями технології до складу її структури має входити контролер, який буде пов'язаний зі всіма іншими модулями, відповідатиме за отримання, збереження та передачу фреймів з відеопотоків учасників та приєднання бота у відеоконференції.

Для реалізації алгоритму взаємодії з користувачем, необхідний модуль, завдання якого буде підготовка отриманих в результаті розпізнавання даних.

Забезпечення взаємодії зі сховищем даних передбачає наявність у структурі інформаційної технології модуля організації функціонування сховища, що інкапсулює в собі всю логіку роботи з ним.

Для реалізації алгоритму розпізнавання емоцій на зображеннях, потрібен модуль, який інкапсулює в собі всю логіку роботи нейронної мережі.

Таким чином, структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams включатиме такі модулі:

1. Модуль взаємодії з користувачем.
2. Контролер, що реалізує взаємодію між модулем взаємодії зі сховищем даних, модулем розпізнавання емоцій та модулем взаємодії з користувачем.
3. Модуль взаємодії зі сховищем даних.
4. Модуль розпізнавання емоцій на зображеннях.

Для вирішення задачі проектування інформаційної технології, потрібно розробити архітектуру технології. Для проектування описаної технології обрано архітектуру Модель-представлення-контролер (шаблон MVC) [6], що поділяє керуючу логіку на три окремих компоненти (модель, подання і контролер) таким чином, що модифікація кожного компонента може здійснюватися незалежно [6]. При цьому, модель (Model) надає дані і реагує на команди контролера, змінюючи свій стан [6]. В означеній вище структурі моделлю виступатиме сховище даних. Подання (View) відповідає за відображення даних моделі користувачеві, реагуючи на зміни моделі [6], в ролі якого виступатиме модуль взаємодії з користувачем. Контролер (Controller) інтерпретує дії користувача [6], а його функціонал реалізовано у модулі взаємодії зі сховищем даних, контролері та модулі розпізнавання емоцій.

Описаний дизайн архітектури інформаційної технології полегшить подальші зміни у логіці функціонування, а також надасть можливість повторного використання окремих компонентів технології. Крім того, використання описаного шаблону у потужних системах сприятиме впорядкованості їхньої структури і зробить їх більш зрозумілими за рахунок зменшення складності.

Загальна схема взаємодії компонентів зображена на рисунку 3.

Модуль взаємодії з користувачем взаємодітиме з контролером для забезпечення отримання результатів роботи технології виводу її користувачеві.

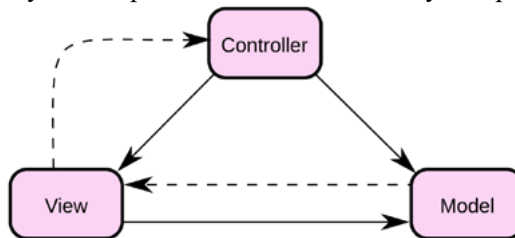


Рис. 3. Схема взаємодії між компонентами шаблону MVC

Модуль розпізнавання емоцій повинен взаємодіяти з контролером для отримання від нього кадрів з відеопотоків учасників відеоконференції та повернення результатів розпізнавання емоцій.

Модуль взаємодії зі сховищем даних взаємодітиме з контролером для отримання результатів розпізнавання емоцій учасників відеоконференції, а також взаємодітиме зі сховищем даних для збереження результатів у ньому.

Модуль контролера взаємодіє з усіма модулями програми для забезпечення передачі інформації між ними.

Відповідно до визначених складових та їх функцій, структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams матиме вигляд, що представлений на рисунку 4.

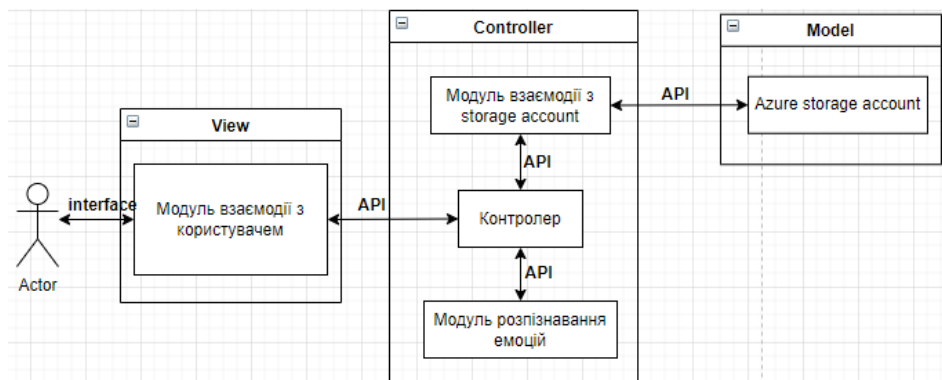


Рис. 4. Структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

На рисунку 5 зображено структуру компонентів платформи Azure для підтримки можливості отримання зображень з камер учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

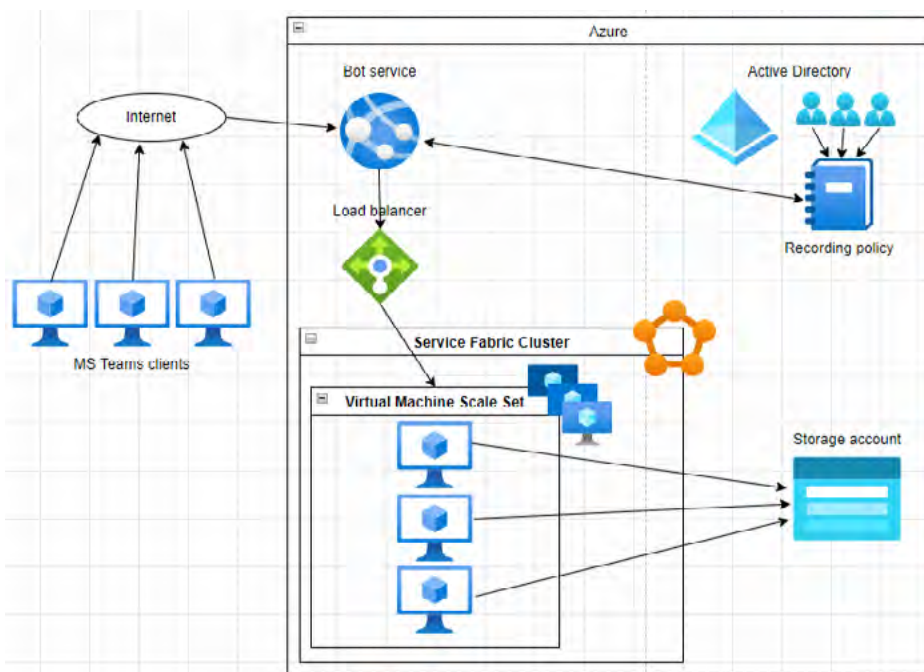


Рис. 5. Структура компонентів платформи Azure

Аналіз результатів функціонування інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

З метою оцінювання функціоналу запропонованої інформаційної технології, було проведено аналіз виконання розпізнавання емоцій під час відеоконференцій засобами-аналогами та за допомогою розробленої технології. Було проведено понад 1000 експериментів, кожен з яких передбачав різну кількість учасників відеоконференцій, різні сценарії, різні комбінації ввімкнення та вимкнення камер, різні емоції учасників.

Результати аналізу функціонування інформаційної технології і порівняння з результатами відомих засобів-аналогів представлено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати аналізу роботи інформаційної технології та систем-аналогів

Програмний засіб	Кількість підтримуваних відеоконференцій при одноразовому запуску програми	Кількість розпізнаних емоцій з камер учасників	Кількість ідентифікованих учасників
FaceReader	1 відеоконференція	62%	0%
MOPER	1 відеоконференція	71%	0%
Розроблена технологія	100% відеоконференцій	94%	100%

Із таблиці 1 видно, що кількість підтримуваних відеоконференцій при одноразовому запуску програми засобами аналогами становить одну відеоконференцію, так як їх потрібно запускати для кожної відеоконференції окремо, в той час як розроблена технологія потребує одноразового запуску для роботи з будь-якою кількістю відеоконференцій. Кількість розпізнаних емоцій з камер учасників розробленою технологією в середньому становить 94%, що є вищим ніж у засобів-аналогів, оскільки у відеоконференціях з великою кількістю людей зображення з камер учасників не зменшуються та не втрачають якість. Кількість ідентифікованих учасників становить 100% за рахунок того, що розроблена технологія має доступ до медіа даних кожного учасника, що неможливо зробити при використанні засобів-аналогів.

Висновки. Удосконалено метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams за рахунок використання бібліотеки Graph API та засобів хмарної технології Azure, що дало можливість автоматизувати процес отримання даних про емоційний стан учасників відеоконференцій з метою аналізу емоційної реакції учасників на певні новини, оголошення, теми дискусій, для оцінки здібностей ораторів, виявлення емоційно негативних моментів відеоконференцій та причин їх виникнення.

Удосконалено інформаційну технологію розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams за рахунок використання згорткової нейронної мережі та засобів хмарної технології Azure, що дало можливість отримання даних про емоційний стан учасників відеоконференції. Розроблена інформаційна технологія підтримує всі переваги, які є у засобів-аналогів, а також має можливість інтеграції з Microsoft Teams, що дає можливість ідентифікувати учасників та отримувати дані про емоції кожного з них. Технологія потребує лише одноразового запуску для обробки всіх відеоконференцій, що повністю автоматизує роботу користувача. Мету дослідження досягнуто за рахунок використання можливостей

Microsoft Graph SDK, хмарної технології Azure та згорткових нейронних мереж, які дали можливість автоматизувати ручну роботу та отримувати дані про емоції кожного учасника відеоконференції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Microsoft Teams now has more than 270 million monthly active users. URL: <https://www.windowcentral.com/microsoft-teams-now-has-more-270-million-monthly-active-users>
2. Remote work trend report: meetings. URL: https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2020/04/09/remote-work-trend-report-meetings/?wt.mc_id=AID2409697_QSG_SCL_424041&ocid=AID2409697_QSG_SCL_424041
3. Facereader. URL: <https://www.noldus.com/facereader>
4. Happy? Sad? Angry? This Microsoft tool recognizes emotions in pictures. URL: <https://blogs.microsoft.com/ai/happy-sad-angry-this-microsoft-tool-recognizes-emotions-in-pictures/>
5. Савчук Т. О., Пастух І. П., Розробка алгоритму розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, I Міжнародна науково-практична конференція “PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD”, 5–7.10.2022 Бостон, США. URL: <https://sci-conf.com.ua/i-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-progressive-research-in-the-modern-world-5-7-10-2022-boston-ssha/>
6. Савчук Т. О., Пастух І. П., Розробка структури інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, X Міжнародна науково-практична конференція INNOVATIONS AND PROSPECTS OF WORLD SCIENCE, 25–27.05.2022 Ванкувер, Канада. URL: <https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-innovations-and-prospects-of-world-science-25-27-maya-2022-goda-vankuver-kanada/>

REFERENCES:

1. Windows Central (electronic journal) Microsoft Teams now has more than 270 million monthly active users. Retrieved from: <https://www.windowcentral.com/microsoft-teams-now-has-more-270-million-monthly-active-users> (accessed 20 June 2022).
2. Microsoft (electronic journal) Remote work trend report: meetings. Retrieved from: https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2020/04/09/remote-work-trend-report-meetings/?wt.mc_id=AID2409697_QSG_SCL_424041&ocid=AID2409697_QSG_SCL_424041 (accessed 21 June 2022).
3. Noldus (electronic journal) Facereader. Retrieved from: <https://www.noldus.com/facereader> (accessed 29 August 2022).
4. Microsoft (electronic journal) Happy? Sad? Angry? This Microsoft tool recognizes emotions in pictures. Retrieved from: <https://blogs.microsoft.com/ai/happy-sad-angry-this-microsoft-tool-recognizes-emotions-in-pictures/> (accessed 30 August 2022).
5. Savchuk T. O., Pastukh I. P. (2022) Rozrobka alhorytmu rozpoznavannia emotsii uchashnykiv videokonferentsii v Microsoft Teams [Development of an algorithm for the recognition of participant's emotions during video conferences on Microsoft Teams]. Proceedings of the I International scientific and practical conference “Progressive research in the modern world” (USA, Boston, October 5-7, 2022) (eds. Komarytsky M. L.), Boston: BoScience Publisher, pp. 182-187.
6. Savchuk T. O., Pastukh I. P. (2022) Rozrobka struktury informatsiinoi tekhnolohii rozpoznavannia emotsii uchashnykiv videokonferentsii v Microsoft Teams [Development of the structure of information technology for recognizing the emotions of participants during video conferences on Microsoft Teams]. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference “Innovations and prospects of world science” (Canada, Vancouver, May 25–27, 2022) (eds. Komarytsky M. L.), Canada: Perfect Publishing. pp. 286–292.

УДК 004.51

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.4>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН І БАЗ ДАНИХ

Твердохліб А. О. – аспірант кафедри комп'ютерної інженерії
Державного університету телекомунікацій м. Київ
ORCID ID: 0000-0002-6591-2866

Коротін Д. С. – аспірант кафедри комп'ютерної інженерії
Державного університету телекомунікацій м. Київ
ORCID ID: 0000-0001-7239-2101

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

У статті проведено порівняння ефективності функціонування комп'ютерних систем при використанні традиційної централізованої бази даних проти використання технології блокчейн як децентралізованої бази даних. Ця стаття спрямована на порівняння використання технології блокчейн як бази даних та традиційної бази даних. Щоб зрозуміти різницю між цими двома концепціями, варто розглянути, що вони собою являють і як кожна з них розроблена та підтримується. Блокчейн та бази даних мають багато спільного так як, вони використовуються для зберігання даних. Біткойн став дуже популярним останніми роками і багато людей часто запитують, чи є якась різниця між блокчейном і базою даних, оскільки вони мають ряд подібностей. Часто блокчейн називають «просто ще однією базою даних», і що його атрибути можуть бути досягнуті за допомогою традиційної бази даних. Однак блокчейн – це більше, ніж просто база даних. Найголовнішою перевагою бази даних є швидкість внесення та використання потрібної інформації. Завдяки спеціальним алгоритмам, які використовуються для баз даних, можна легко знаходити необхідні дані всього за декілька секунд. Також в базі даних існує певний взаємозв'язок інформації: зміна в одному рядку може спричинити зміни в інших рядках – це допомагає працювати з інформацією простіше і швидше. База даних, на відміну від блокчейна – централізований леджер, який управляється адміністратором. Бази даних також мають унікальні характеристики, включаючи здатність читати і писати. Тут лише сторони з відповідним доступом можуть виконувати дії «Запис» та «Читання». Бази даних також демонструють можливість зберігання кількох копій тих самих даних та їх історії. Це робиться за допомогою надійного централізованого органу, який управляє сервером. Централізація приносить багато переваг базі даних. База даних використовує структуру для зберігання інформації. Всі дані, що зберігаються в базі даних, можуть бути запитані з використанням спеціальної мови запитів, відомої як мова структурованих запитів (SQL). База даних може працювати практично з усіма типами даних та може допомогти у підтримці всіх сучасних підприємств. Крім того, її можна масштабувати задля підтримки мільйонів записів.

Ключові слова: блокчейн, база даних, леджер, транзакція, дані, децентралізація, централізація, консенсус, обробка даних.

Tverdokhleba A. O., Korotin D. S., Antonenko A. V. Efficiency of functioning of computer systems using blockchain technology and databases

The article compares the efficiency of computer systems when using a traditional centralized database against the use of blockchain technology as a decentralized database. This article aims to compare the use of blockchain technology as a database and a traditional database. To understand the difference between these two concepts, it's worth considering what they are and how each is designed and supported. Blockchain and databases have a lot in common as

they are used to store data. Bitcoin has become very popular in recent years and many people often ask if there is any difference between a blockchain and a database, as they have a number of similarities. Blockchain is often referred to as "just another database" and that its attributes can be achieved using a traditional database. However, blockchain is more than just a database. The most important advantage of the database is the speed of entering and using the required information. Thanks to special algorithms used for databases, you can easily find the necessary data in just a few seconds. There is also a certain relationship of information in the database: a change in one row can cause changes in other rows – this helps to work with information easier and faster. The database, unlike the blockchain, is a centralized ledger managed by an administrator. Databases also have unique characteristics, including the ability to read and write. Here, only parties with appropriate access can perform Write and Read operations. Databases also demonstrate the ability to store multiple copies of the same data and its history. This is done with the help of a trusted centralized authority that manages the server. Centralization brings many advantages to the database. A database uses a structure to store information. All data stored in a database can be queried using a special query language known as Structured Query Language (SQL). A database can work with almost all types of data and can help support all modern businesses. In addition, it can scale to support millions of records.

Key words: blockchain, database, ledger, transaction, data, decentralization, centralization, consensus, data processing.

Постановка проблеми. Останнім часом блокчейн привернув багато уваги та інтересів як з боку наукових кіл, так і з різних галузей. Блокчейн визначається як технологія розподіленого леджера. Оригінальна ідея Bitcoin була висунута Сатоші Накамото в 2008 році. Він створив біткойн у 2009 році. І з тих пір блокчейн, як базова технологічна основа, активно вивчався та розвивався, і навіть привернув увагу майже всіх провідних організацій. Хоча біткойн є найпопулярнішою криптовалютою, саме блокчейн, що лежить в основі технології, зробив усе це можливим [1–4].

Блокчейн не має стандартного технічного визначення. І зазвичай це вільний термін, який використовують люди в різних сферах, коли йдеться про системи, які в деяких аспектах схожі на біткойн та його леджер. Блокчейн має три основні характеристики: 1) децентралізований; 2) запис транзакцій за допомогою певного консенсусного механізму та 3) стійкість до втручання. Завдяки цим характеристикам блокчейн отримав звання «машини довіри». Це тому, що блокчейн забезпечує практичне технічне вирішення проблеми відсутності довіри в діловому світі та нашому суспільстві [5–8].

Зазвичай біткойн розглядається як оригінальна реалізація блокчейна. Біткойн підтримує однорангові операції з електронною готівкою у своїй системі. А Ethereum, як друге покоління блокчейну, підтримує розгортання та виконання смарт-контрактів. Завдяки смарт-контрактам блокчейн Ethereum може підтримувати багато функцій, окрім електронних грошових операцій, таких як цифрова ідентифікація, електронне голосування, обробка рядкових даних тощо. Смарт-контракти – це комп'ютерні програми, розгорнуті на блокчейнах, які можуть виконуватися автоматично за певних умов [9].

З точки зору читання та запису даних біткойн може просто читати та зберігати числові значення та рядки фіксованої довжини. Це обмеження стосується дизайну Bitcoin: дизайну однорангової системи електронних грошових операцій. Тому Ethereum значно розширив функції блокчейна. Для підтримки різних функцій Ethereum дозволяє читати та записувати дані різної довжини. В наш час, окрім Ethereum, існує велика кількість проектів які також підтримують смарт-контракти [10].

База даних – це організована структура, яка призначена для зберігання, зміни та обробки взаємозалежної інформації, переважно великих обсягів.

Бази даних використовують для динамічних сайтів з великими обсягами (інтернет-магазин, портал, корпоративний сайт).

Найголовнішою перевагою бази даних є швидкість внесення та використання потрібної інформації. Завдяки спеціальним алгоритмам, які використовуються для баз даних, можна легко знаходити необхідні дані всього за декілька секунд. Також в базі даних існує певний взаємозв'язок інформації: зміна в одному рядку може спричинити зміни в інших рядках – це допомагає працювати з інформацією простіше і швидше [11].

Таким чином, є сенс запропонувати використовувати технологію блокчейн як базу даних для покращення показників, в яких блокчейн має значну перевагу. Та порівняти властивості бази даних при використанні технології блокчейн та без. І після отримання остаточного результату можна буде прийняти рішення про те, для яких сфер краще всього використовувати технологію блокчейн як базу даних, щоб підвищити ефективність функціонування комп'ютерних систем [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Блокчейн – це технологія розподіленого леджера, яка дозволяє кільком партнерам працювати разом для створення єдиної децентралізованої мережі. Ноди можуть спілкуватися та обмінюватися інформацією чи даними за допомогою консенсусного алгоритму. Крім того, немає потреби в централізованому органі, який забезпечує надійність усієї мережі порівняно з іншими мережами.

Як працює біткойн-блокчейн: коли один нод надсилає інформацію іншому, створюється транзакція. Коли це відбувається, транзакції повинні бути перевірені за допомогою консенсусного алгоритму. У цьому випадку доказ роботи (Proof of Work) використовується для підтвердження роботи. Це означає, що в блокчейн не буде передано неприпустимі транзакції. Блокчейн – це все про блоки. Вони використовуються для зберігання транзакцій та іншої важливої інформації, необхідної для успішної роботи блокчейну [13].

Тимчасові мітки створюються, щоб гарантувати, що кожна транзакція може бути відстежена та перевірена будь-ким. Вся система додає цінність та вводить нові функції, такі як прозорість, незмінність та безпека.

База даних, на відміну від блокчейна – централізований леджер, який управляється адміністратором. Бази даних також мають унікальні характеристики, включаючи здатність читати і писати. Тут лише сторони з відповідним доступом можуть виконувати дії «Запис» та «Читання». Бази даних також демонструють можливість зберігання кількох копій тих самих даних та їх історії. Це робиться за допомогою надійного централізованого органу, який управляє сервером. Централізація приносить багато переваг базі даних. Наприклад, легко керувати базами даних, оскільки дані централізовані. Доступ та зберігання даних не тільки легко, а й швидко. Проте вони також мають недоліки. Одним із найбільших недоліків є ймовірність пошкодження даних.

Щоб подолати цей недолік, потрібно створити кілька резервних копій. Але це не завжди так, оскільки більшість об'єктів завжди довіряють своєму власнику і тому не використовують опцію резервного копіювання даних. Іншим великим недоліком є те, як дані можуть бути змінені будь-ким, хто контролює саму базу даних. Це може статися, оскільки база даних централізована за своєю природою [14].

База даних використовує структуру для зберігання інформації. Всі дані, що зберігаються в базі даних, можуть бути запитані з використанням спеціальної мови запитів, відомої як мова структурованих запитів (SQL). База даних може працювати практично з усіма типами даних та може допомогти у підтримці всіх

сучасних підприємств. Крім того, її можна масштабувати задля підтримки мільйонів записів [15].

Історія бази даних також багата. Все почалося із файлових ієрархічних систем. Вона мала серйозні обмеження, і, отже, згодом вона адаптувалася до реляційної моделі. Реляційна модель є корисною і дає власнику можливість працювати з різними базами даних одночасно. Системи управління базами даних використовують для ефективної організації баз даних.

По суті елементи даних зберігаються в таблицях. Таблиця складається з полів, які можуть записувати дані іншого типу, відомі як атрибути.

Виклад основного матеріалу. Існує багато різних типів блокчейну. Наприклад, існують приватні блокчейни, які працюють у закритій екосистемі. Це може бути схоже на те, що стосується бази даних, але вони принципово відрізняються. Приватний блокчейн успадковує всі властивості, які може запропонувати блокчейн, але він працює у закритому середовищі. Тільки люди, дозволені адміністратором, можуть брати участь у блокчейні. Єдина схожість між приватним блокчейном та базою даних – це централізований аспект.

Настав час провести реальне порівняння блокчейну та бази даних. Порівняємо обидві технології, використовуючи важливі показники. Кожен показник також міститиме приклади для забезпечення ясності та розуміння (див табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння технології блокчейн та бази даних

Блокчейн	Показник	База даних
Блокчейн децентралізований і не має централізованого підходу. Однак існують приватні блокчейни, які можуть використовувати певну форму централізації.	Авторитет	Бази даних контролюються адміністратором і мають централізований характер.
Блокчейн використовує архітектуру розподіленого леджера.	Архітектура	База даних використовує архітектуру клієнт-сервер.
Блокчейн використовує операції читання та запису.	Обробка даних	База даних підтримує CRUD (створення, читання, оновлення та видалення).
Дані блокчейну підтримують цілісність.	Цілісність	Зловмисники можуть змінити дані бази даних.
Публічний блокчейн забезпечує прозорість.	Прозорість	Бази даних не є прозорими. Лише адміністратор вирішує, хто має доступ до даних.
Блокчейн порівняно складніше впроваджувати та підтримувати.	Вартість	Базу даних легко використовувати, впроваджувати та підтримувати.
Блокчейн обмежується методами перевірки та консенсусу.	Ефективність	Бази даних надзвичайно швидкі та пропонують чудову масштабованість.

Перше – це те, як здійснюється керівництво. Блокчейн призначений для децентралізованої роботи, тоді як бази даних централізовані. Ця унікальна особливість блокчейна дає йому важелі, необхідні для того, щоб стати технологією наступного покоління.

Децентралізація вносить багато змін у реалізацію існуючих систем та процесів, що використовуються у різних галузях промисловості. Це дозволяє мережам працювати незалежно та усувати необхідність централізованого управління.

Бази даних, з іншого боку, повністю функціонують на основі централізованого аспекту. Жодна традиційна база даних не ґрунтується на децентралізації.

Розгляньмо детальніше, як працює централізація в базах даних. Адміністратор призначається для керування базою даних. Адміністратор має повний контроль над базою даних, що означає, що він може управляти, змінювати та контролювати базу даних так, як він хоче. Без адміністратора база даних не працюватиме взагалі. Він знаходиться на вершині і може легко створювати, змінювати та видаляти записи. Крім цього, вони можуть виконувати інші завдання, такі як оптимізація продуктивності. Це важливе завдання, оскільки велика база даних має тенденцію сповільнюватися з часом [16; 17].

Коли це стосується інших користувачів, пов'язаних із базою даних, адміністратор може делегувати ролі іншим користувачам. Інші користувачі можуть керувати базою даних відповідно до призначеної ним ролі. Наприклад, він може призначити користувача для створення нових користувачів. Інші ключові функції, такі як резервне копіювання бази даних, обслуговування тощо можуть також виконуватися.

Однак це не просто, якщо розглядати різні типи блокчейнів. Базовий блокчейн, представлений у біткойнах, повністю децентралізований, але він не може бути реалізований на підприємствах, які мають справу з приватними даними та процесами. Ось чому блокчейн розвинувся, і ми маємо інший тип блокчейну.

Гібридний/федеративний блокчейн є найпоширенішим типом блокчейну, який вирішує проблему приватних організацій. Гібридні блокчейни дозволені, і це дає організаціям повну можливість керувати своїми налаштуваннями відповідно до вимог.

Це одна з найбільших відмінностей при порівнянні приватного блокчейну і базу даних.

Архітектурно, блокчейн і база даних різні.

База даних заснована на архітектурі клієнт/сервер. Це дуже успішна архітектура, яка може працювати як у невеликих, так і великих масштабах. Тут клієнт є одержувачем, тоді як сервери діють як централізований процесор. Зв'язок між клієнтом та серверами підтримується через безпечне з'єднання.

Блокчейн, з іншого боку, використовує мережеву архітектуру розподіленого леджера. Це пірингова мережа, у якій кожен рівний партнер може з'єднуватися з іншим за допомогою безпечних криптографічних протоколів. Оскільки централізований нод відсутній, ноди можуть брати участь у консенсусному алгоритмі. Одним із найпопулярніших алгоритмів узгодження є доказ роботи (Proof of Work), який вимагає від майнерів вирішувати складні математичні рівняння для перевірки транзакцій через мережу [18–20].

База даних вимагає консенсусного алгоритму і залежить від централізованого підходу. Адміністратор контролює кожен аспект бази даних та є надзвичайно централізованим. Вона також дозволена як гібридний блокчейн, але не так, якщо порівняти з публічним блокчейном. У таблиці нижче також представлені дозволені блокчейни та бази даних (див. табл. 2).

Таблиця 2

Порівняння бази даних з блокчейнами різних типів

Показник	База даних	Гібридний/ федеративний блокчейн	Публічний блокчейн
Тип	Дозволений	Дозволений	Публічний
Контроль	Централізований	Гібридний з деякими централізованими характеристиками	Децентралізований
Архітектура	Архітектура клієнт/сервер	Закрита пірингова архітектура	Публічна пірингова архітектура
Постійність даних	Непостійне	Незмінне	Незмінне
Можливість збоїв	Так	Ні	Ні
Продуктивність	Дуже висока	Від повільної до середньої	Повільна

Коли справа доходить до зберігання та обробки даних, блокчейн та база даних працюють по-різному. У традиційній базі даних дані можуть зберігатися і витягуватися з легкістю. Для забезпечення правильної роботи програми, CRUD використовується на початковому рівні. CRUD означає створення, читання, оновлення та видалення. Це також означає, що дані можуть бути стерті та замінені новими значеннями, якщо це необхідно.

Блокчейн, з іншого боку, працює інакше, коли доходить до зберігання даних. Блокчейн підтримує незмінність, що означає, що записані дані не можуть бути стерті або замінені. Незмінність означає, що підробка даних у мережі неможлива. Традиційні бази даних не мають незмінності і, отже, більш схильні до маніпуляцій з боку шахрайських адміністраторів або сторонніх хакерів.

Блокчейн підтримує лише дві операції: читання та запис.

Операції читання: використовуються для читання або вилучення даних із мережі блокчейна.

Операції запису: використовуються для додавання інформації та даних до мережі блокчейнів.

Іншою ключовою властивістю, яку пропонує блокчейн, є те, як будь-хто, у кого є підходящий інструмент, може перевірити дані, одного разу записані в публічному блокчейні. Прозорість гарантує, що публіка може довіряти мережі.

Бази даних, з іншого боку, будучи централізованими, не підтримують жодної форми прозорості. Користувачі не можуть перевірити інформацію, якщо вони захочуть. Однак адміністратор може зробити набір даних загальнодоступним, проте перевірка даних не може бути виконана окремою особою.

Цілісність блокчейна стала можливою завдяки незмінності, яку він може запропонувати. Збережені дані не можуть бути пошкоджені або змінені у будь-який можливий спосіб, що означає, що цілісність даних підтримується за будь-яку ціну.

Коли йдеться про вартість реалізації, традиційна база даних коштує дешевше порівняно з блокчейном. Блокчейн є досить новою технологією і, отже, все ще розвивається. Це також означає, що бізнес повинен правильно планувати та виконувати, щоб інтегрувати блокчейн у свій процес. Крім того, будь-який бізнес, який

вже працює, має ухвалити нову технологію. Зміна у підході є серйозною справою, оскільки блокчейн вимагає наскрізної реалізації і не може бути просто інтегрований до існуючої системи як доповнення [20; 21].

Традиційна база даних проста в налаштуванні та масштабуванні. Вона працює з більшістю існуючих процесів і, отже, працює із коробки у багатьох системах. Це робить її чудовим вибором для бізнесу, який хоче швидко та економічно налаштувати свої системи баз даних.

Однак, якщо ми подивимося на вартість, пов'язану з кожною технологією довше, блокчейн може забезпечити більш економічне рішення, оскільки пірингові ноди в основному керують мережею. Організаціям не доводиться мати справу з додатковими витратами, пов'язаними з обробкою мережі, що може заощадити багато витрат. Чого не можна сказати, коли доходить до придбання талановитих співробітників.

Блокчейн – це досить нова технологія, яка також означає, що є обмежена кількість талановитих співробітників для практичного застосування блокчейну. Вартість талановитих співробітників блокчейну також висока, що може збільшити витрати, пов'язані з впровадженням і обслуговуванням блокчейна на вищому рівні.

З іншого боку, талановитих співробітників, пов'язаних із базою даних, досить легко знайти. Вони також доступні за ціною, і навіть малий бізнес може дозволити собі найняти експерта з бази даних.

Швидкість виконання також є критичним аспектом, який нам необхідний для порівняння як блокчейна, і бази даних. Бази даних відомі більш швидким часом виконання та можуть також обробляти мільйони даних у будь-який момент часу.

Блокчейн значно повільніший у порівнянні з базами даних. Однак це може бути пов'язано з тим, що блокчейн є відносно новою технологією, і йому все ще потрібно багато часу, щоб розвинути та відповідати стандартам застарілих технологій, таких як бази даних.

Коли транзакція виконується у блокчейні, вона виконує всі дії традиційної бази даних. Тим не менш, він уповільнюється через виконання більшої кількості операцій, включаючи такі:

1) Перевірка підпису. Транзакція блокчейна, коли вона виконується, підписується криптографічно з використанням криптографічних алгоритмів. Цей крок необхідний, щоб переконатися, що кожна транзакція є дійсною і походить із дійсного джерела. Оскільки це складний процес, на його виконання потрібен час. Навіть якщо програма блокчейна працює швидко, перевірка підпису може тягнути час. Для порівняння, централізована база даних не повинна проходити процес перевірки підпису, що робить їх порівняно швидшим.

2) Консенсусні механізми: оскільки блокчейн децентралізований, він значною мірою спирається на консенсусний механізм перевірки транзакцій на блокчейні. Крім того, швидкість консенсусу залежить від типу використовуваного методу консенсусу. Деякі консенсусні методи працюють швидше за інші, але в цілому вони додають більше часу, перш ніж транзакція може бути оброблена. Централізовані бази даних не страждають від подібних проблем, оскільки вони централізовані за своєю природою. Кожна транзакція автоматично перевіряється базою даних і може бути виконана набагато швидше, використовуючи чергу.

3) Надлишковість. Блокчейн являє собою цілісну мережу, у якій кожен нод грає вирішальну роль. Щоб переконатися, що кожен нод може взяти участь, інформація про кожен транзакцію повинна зберігатися та перевірятися кожним нодом.

Ці три аспекти уповільнюють роботу блокчейну. Це означає, що бази даних є порівняно швидше, коли справа доходить до продуктивності.

Тепер, коли ми зрозуміли якусь принципову різницю між блокчейном і базами даних, настав час вивчити кращі варіанти використання для них обох.

Найкращий варіант використання баз даних – корпоративні рішення чи мережі. Причиною цього є те, як база даних працює та забезпечує стабільність усієї мережі. Базы даних, безперечно, зручні для користувача і вже підтримуються багатьма популярними системами керування для розробників та адміністраторів. Навіть веб-сайти з мільйонами відвідувачів використовують бази даних для обслуговування контенту. Наприклад, Forbes використовує базу даних у поєднанні з високопродуктивними системами. Масштабованість це те, що робить бази даних таким хорошим вибором для підприємств. Крім того, такі системи, як фондова біржа, які покладаються на швидкі операції, повинні використовувати бази даних для кращого потоку даних. Тим не менш, блокчейн також добре працює в корпоративних мережах.

Блокчейн не є ідеальним для зберігання величезної кількості числових даних, які необхідно регулярно використовувати. Ще однією перевагою є те, як дані зберігаються у базі даних. Вони не повинні проходити перевірку під час запису або читання. Що робить базу даних відмінним вибором, то це те, наскільки вона ефективна з погляду витрат, особливо якщо є необхідність вести базову бухгалтерію.

Підсумовуючи, найкращі варіанти використання для бази даних включають наступне:

- програми або системи, які використовують безперервний потік даних;
- зберігання конфіденційної інформації;
- онлайн обробка транзакцій, яка має бути швидкою;
- програми або системи, де перевірка даних не потрібна;
- реляційні дані;
- автономні програми.

Мета блокчейна зовсім інша. Це пірінгова мережа, яка встановлює для своїх користувачів дві важливі речі: прозорість та довіру. Розподілений леджер робить її унікальною. Це може змінити роботу галузі та покращити кожен її аспект.

Будь-яка система, яка потребує правильної перевірки, може використовувати блокчейн. Наприклад, бізнес-транзакції B2B можуть принести величезну користь. Це включає ланцюжок поставок, управління матеріальними запасами і розподіл. Ключовим моментом тут є прозорість, оскільки дозволяє компаніям стежити за кожним рухом, не вносячи при цьому більшої складності. Проте блокчейн не так сильно масштабується і може уповільнювати роботу систем під час обробки великомасштабних записів даних.

Як ми вже знаємо, біткойн використовує блокчейн. Це дозволяє будь-кому відправляти активи з одного місця на інше, не розкриваючи особи. Більше того, це також гарантує, що ніхто не може зробити подвійні витрати.

Ще один чудовий приклад використання блокчейна – дозволені мережі. Дозволені мережі, такі як голосування, можуть не тільки отримати вигоду з децентралізованого підходу, але й принести довіру та прозорість всій системі голосування.

HyperLedger – це ініціатива з відкритим вихідним кодом, яка створює структури для організацій, щоб вони могли без особливих труднощів реалізовувати дозволені мережі. Є й інші способи досягнення консенсусу, які роблять блокчейн надзвичайно налаштованим для потреб організації. Оскільки блокчейн не є реляційним, він не є ідеальним для систем, які сильно залежать від реляційної інформації.

Блокчейн також ідеально підходить для автоматизації завдань на платформі. Смарт-контракти введені в блокчейн Ethereum, що дає можливість використовувати процедури, що зберігаються. Якщо ця умова виконана, код виконується автоматично. Блокчейн Ethereum також використовує доказ частки (Proof of Stake), який ефективніший і вимагає менше енергії.

Підсумовуючи, найкращі варіанти використання для блокчейна включають наступне:

- вартість передачі;
- вартість зберігання;
- грошові операції;
- довірена перевірка даних;
- системи голосування;
- децентралізовані програми (dApps).

Вибір нової технології зберігання даних не такий вже й складний. Ми обговорили принципову різницю між ними, і традиційна база даних, і блокчейн – явні переваги. База даних є перевагою, коли справа доходить до корисності, швидкості та точності. Проте блокчейн також є перевагою у галузі інновацій, верифікації та автоматизації.

Блокчейн вводить зниження продуктивності через метод перевірки. Це ясно означає, що ви повинні уникати блокчейн, де швидкий час виконання є важливим фактором. Бази даних – відмінний вибір, коли критично важливий бізнес-процес необхідно підтримувати чи масштабувати одночасно. Процес читання та запису також непростий, коли йдеться про блокчейн, що робить базу даних більш привабливою для застосування загального призначення.

Обираємо блокчейн, якщо шукаємо довіру, прозорість та перевірку. База даних, з іншого боку, ідеально підходить для високопродуктивних програм або послуг. Це також відмінний вибір для додатків, які потребують масштабування.

Висновки. Бази даних контролюються адміністратором та мають централізований характер. Блокчейн децентралізований і немає централізованого підходу. Однак є приватні блокчейни, які можуть використовувати деяку форму централізації.

З архітектурної точки зору – база даних використовує архітектуру клієнт/сервер, тоді коли блокчейн використовує розподілену мережеву архітектуру.

З точки зору обробки даних – база даних підтримує CRUD (створення, читання, оновлення та видалення) коли блокчейн використовує тільки операції читання та запису.

З точки зору цілісності даних – дані блокчейну підтримують цілісність, коли в базі даних зловмисники можуть змінювати дані.

З точки зору прозорості – публічний блокчейн повністю прозорий, в той час коли бази даних не є прозорою і тільки адміністратор вирішує, яка публіка може отримати доступ до даних.

З точки зору вартості – блокчейни порівняно складніше реалізувати та підтримувати тому і спеціалісти с даної технології коштують дорожче і знайти їх важче, в той час коли база даних, що є старою технологією, проста в реалізації та обслуговуванні.

З точки зору продуктивності – бази даних дуже швидкі та пропонують відмінну масштабованість, в той час як блокчейн пригнічується методами перевірки та узгодження.

Найкращі варіанти використання для бази даних:

- програми або системи, які використовують безперервний потік даних;
- зберігання конфіденційної інформації;
- оперативна обробка транзакцій, яка має бути швидкою;
- програми або системи, де перевірка даних не потрібна;
- реляційні дані;
- автономні програми.
- Найкращі варіанти використання для блокчейну:
- вартість передачі;
- вартість зберігання;
- грошові операції;
- довірена перевірка даних;
- системи голосування;
- децентралізовані програми dApps.

Блокчейн можна вважати типом бази даних, оскільки він може зберігати інформацію, але неправильно вважати, що він схожий на звичайну базу даних. Відмінності між блокчейном і базою даних дуже суттєві, а їхні особливості дозволяють використовувати їх у різних випадках використання.

По суті, важливо не те, яка технологія виграє у протистоянні блокчейн проти баз даних, а те, наскільки вона відповідає вашим цілям. Кожному підприємству важливо зрозуміти, чого воно хоче, перш ніж вирішить вибрати блокчейн або традиційну базу даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system [J]. Consulted, 2008.
2. Romano D, Schmid G, Romano D, et al. Beyond Bitcoin: A Critical Look at Blockchain-Based Systems [J]. 2017, 1(2):15.
3. Narayanan, Arvind, and Jeremy Clark. «Bitcoin's academic pedigree». Communications of the ACM 60.12 (2017): 36-45.
4. D. M. Katz, M. Bommarito and J. Zelner, «The trust machine», The Economist, Otc. 2015. URL: <https://www.economist.com/news/leaders/21677198-technology-behind-bitcoin-could-transform-how-economy-works-trust-machine> (дата звернення: 17.11.2022).
5. Ethereum Project Homepage. URL: <https://www.ethereum.org> (дата звернення: 17.11.2022).
6. Buterin, Vitalik. "A next-generation smart contract and decentralized application platform." white paper (2014). URL: http://www.the-blockchain.com/docs/Ethereum_white_paper-a_next_generations_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf (дата звернення: 15.11.2022).
7. Fabric Project Homepage. URL: <https://www.hyperledger.org/projects/fabric> (дата звернення: 15.11.2022).
8. Azaria A, Ekblaw A, Vieira T, et al. MedRec: Using Blockchain for Medical Data Access and Permission Management[C]. International Conference on Open and Big Data. IEEE. 2016:25-30.
9. Створення децентралізованих блокчейн-програм: дізнайтеся, як використовувати блокчейн як основу для програм нового покоління. Шахід Шейх, 2021. 227 с.
10. Створення Ethereum DApps: децентралізовані програми на блокчейні Ethereum. Роберто Інфанте, 2019. 509 с.
11. Private blockchain is just a confusing name for a shared database. URL: <https://freedom-to-tinker.com/2015/09/18/private-blockchain-is-just-a-confusing-name-for-a-shared-database> (дата звернення: 16.11.2022).

12. Blockchains vs centralized databases. URL: <https://www.multichain.com/blog/2016/03/blockchains-vs-centralized-databases> (дата звернення: 16.11.2022).
13. EU Government Pegs BLockchain. URL: <https://www.coindesk.com/eu-government-pegs-blockchain-beneficiary-e30-billion-research-fund> (дата звернення: 18.11.2022).
14. Mas working with industry to apply distributed ledger technology in securities settlement and cross border payments. 2017. URL: <http://www.mas.gov.sg/News-and-Publications/Media-Releases/2017/MAS-working-with-industry-to-apply-Distributed-Ledger-Technology> (дата звернення: 18.11.2022).
15. 2006 E.coli break out. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/2006_North_American_E._coli_O157:H7_outbreak_in_spinach (дата звернення: 18.11.2022).
16. Dinh T T A, Wang J, Chen G, et al. BLOCKBENCH: A Framework for Analyzing Private Blockchains [J]. 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1703.04057> (дата звернення: 17.11.2022).
17. Stella Project Report by European Central Bank and Bank of Japan. URL: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.stella_project_report_september_2017.pdf (дата звернення: 17.11.2022).
18. Croman K, Decker C, Eyal I, et al. On Scaling Decentralized Blockchains [J]. 2016:106-125.
19. Gervais A, Karame G O, Glykantzis V, et al. On the Security and Performance of Proof of Work Blockchains [C]. ACM Sigsac Conference on Computer and Communications Security. ACM. 2016:3-16.
20. Aniello L, Baldoni R, Gaetani E, et al. A prototype evaluation of a tamper-resistant high-performance blockchain-based transaction log for a distributed database [C]. European Dependable Computing Conference. 2017.
21. Skeen D, Stonebraker M. A Formal Model of Crash Recovery in a Distributed System[M]. IEEE Press, 1983.
22. Suankaewmanee K, Hoang DT, Niyato D, Sawadsitang S, Wang P, Han Z. Performance analysis and application of mobile blockchain. arXiv preprint arXiv:1712.03659. 2017 Dec 11.

REFERENCES:

1. Nakamoto S. (2008) Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system [J]. Consulted.
2. Romano D, Schmid G, Romano D, et al. (2017) Beyond Bitcoin: A Critical Look at Blockchain-Based Systems [J], 1(2):15.
3. Narayanan, Arvind, and Jeremy Clark. (2017) "Bitcoin's academic pedigree". Communications of the ACM 60.12: 36-45.
4. D. M. Katz, M. Bommarito and J. Zelner (2015) "The trust machine", The Economist, Otc. URL: <https://www.economist.com/news/leaders/21677198-technology-behind-bitcoin-could-transform-how-economy-works-trust-machine> (accessed 11/17/2022).
5. Ethereum Project Homepage. URL: <https://www.ethereum.org> (access date: 11/17/2022).
6. Buterin, Vitalik (2014) "A next-generation smart contract and decentralized application platform." white paper. URL: http://www.the-blockchain.com/docs/Ethereum_white_paper-a_next_generatsion_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf (date accessed: 11/15/2022).
7. Fabric Project Homepage. URL: <https://www.hyperledger.org/projects/fabric> (access date: 11/15/2022).
8. Azaria A, Ekblaw A, Vieira T, et al. (2016) MedRec: Using Blockchain for Medical Data Access and Permission Management[C]. International Conference on Open and Big Data. IEEE: 25-30.
9. Building Decentralized Blockchain Applications: Learn how to use blockchain as the foundation for the next generation of applications. Shahid Sheikh, 2021. 227 p.

10. Creation of Ethereum DApps: decentralized applications on the Ethereum blockchain. Roberto Infante, 2019. 509 p.
 11. Private blockchain is just a confusing name for a shared database. URL: <https://freedom-to-tinker.com/2015/09/18/private-blockchain-is-just-a-confusing-name-for-a-shared-database> (access date: 11/16/2022).
 12. Blockchains vs centralized databases. URL: <https://www.multichain.com/blog/2016/03/blockchains-vs-centralized-databases> (access date: 11/16/2022).
 13. EU Government Pegs Blockchain. URL: <https://www.coindesk.com/eu-government-pegs-blockchain-beneficiary-e30-billion-research-fund> (access date: 11/18/2022).
 14. Mas working with industry to apply distributed ledger technology in securities settlement and cross border payments (2017). URL: <http://www.mas.gov.sg/News-and-Publications/Media-Releases/2017/MAS-working-with-industry-to-apply-Distributed-Ledger-Technology> (access date: 18.11.2022).
 15. E.coli break out (2006). URL: https://en.wikipedia.org/wiki/2006_North_American_E._coli_O157:H7_outbreak_in_spinach (date accessed: 11/18/2022).
 16. Dinh T T A, Wang J, Chen G, et al. (2017) BLOCKBENCH: A Framework for Analyzing Private Blockchains [J]. URL: <https://arxiv.org/abs/1703.04057> (accessed 11/17/2022).
 17. Stella Project Report by European Central Bank and Bank of Japan. URL: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.stella_project_report_september_2017.pdf (access date: 11/17/2022).
 18. Croman K, Decker C, Eyal I, et al. (2016) On Scaling Decentralized Blockchains [J]: 106-125.
 19. Gervais A, Karame G O, Glykantzis V, et al. (2016) On the Security and Performance of Proof of Work Blockchains [C]. ACM Sigsac Conference on Computer and Communications Security. ACM: 3-16.
 20. Aniello L, Baldoni R, Gaetani E, et al. (2017) A prototype evaluation of a tamper-resistant high-performance blockchain-based transaction log for a distributed database [C]. European Dependable Computing Conference.
 21. Skeen D, Stonebraker M. (1983) A Formal Model of Crash Recovery in a Distributed System[M]. IEEE Press.
 22. Suankaewmanee K, Hoang DT, Niyato D, Sawadsitang S, Wang P, Han Z. (2017) Performance analysis and application of mobile blockchain. arXiv preprint arXiv:1712.03659. Dec 11.
-

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEM ANALYSIS

УДК 517.1:519.7:62-50

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.5>

ОБЕРНЕНІ ЗАДАЧІ АНАЛІЗУ НЕРЕГУЛЬОВАНОГО ОБ'ЄКТА

Димова Г. О. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-5294-1756

Ларченко О. В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0001-7857-0802

Взаємодія системи та зовнішнього середовища характеризується двома типами зв'язків – вхідними і вихідними. І ті, й інші є матеріальними, енергетичними та/або інформаційними потоками (безперервні або дискретні в часі). Вважають за краще відображати взаємодію системи та зовнішнього середовища більш спрощено. Якщо склад і внутрішні зв'язки в системі, а також властивості її елементів невідомі, систему визначають як "чорна скринька". Під останньою прийнято розуміти об'єкт, про внутрішню будову якого нічого невідомо та інформацію про будову та функціонування якого можна частково отримати лише аналізуючи вхідні-вихідні зв'язки цього об'єкта. При цьому слід мати на увазі, що і вхід і вихід системи, зазвичай, носять двояку природу. Зокрема, на вхід системи надходять від зовнішнього середовища не тільки ті матеріальні, енергетичні та/або інформаційні потоки, які необхідні для її функціонування відповідно до поставлених перед нею цілей, а й такі, що фактично ускладнюють реалізацію системою поставленої мети. Перші зазвичай називають сигналами, а другі – перешкодами. Останні можуть мати як індивідуальний (байдужий) стосовно мети системи характер, і бути цілеспрямовано організованими із боку частини зовнішнього середовища задля перешкодження виконанню системою свого призначення. В роботі поставлені завдання для дослідження нерегульованого об'єкта. При дослідженні нерегульованого об'єкта має значення те, що сигнали завжди описують поведінку об'єкта як цілого і відображують індивідуальні рухи великого числа його однотипних мікрочастин.

На першому етапі аналізу – виділенню класу – необхідно вирішити загальні питання: за апріорними даними про досліджуваній об'єкт обґрунтовано обираємо один з типів оператора (функціональний, диференціальний, інтегральний або інтегро-диференціальний). При цьому необхідно враховувати і попередню інформацію, отримувану з сигналу.

Дана стаття присвячена обговоренню постановки задачі і схеми її розв'язання в найпростішому варіанті другого етапу аналізу структури нерегульованого об'єкта. Розробка методів пошуку у визначеному класі рівняння відноситься до обернених задач аналізу.

Ключові слова: нерегульований об'єкт, експериментальні дані, характеристичне рівняння, «чорна скринька», аналіз структури об'єкта, побудова моделі.

Dymova H. O., Larchenko O. V. Inverse problems of analysis of an unregulated object

The interaction of the system and the external environment is characterized by two types of connections – input and output. Both those and others are material, energy and/or information flows (continuous or discrete in time). They prefer to display the mutual influence of the system and the external environment in a more simplified way. If the composition and internal connections in the system, as well as the properties of its elements are unknown, then the system is defined as a "black box". The latter is usually understood as an object, about the internal structure of which nothing is known and information about the structure and functioning of which can be partially obtained only by analyzing the input-output connections of this object. In this case, it should be borne in mind that both the input and output of the system, as a rule, are of a dual nature. In particular, the input of the system comes from the external environment not only those material, energy and / or information flows that are necessary for its functioning in accordance with its purposes, but also those that actually make it difficult for the system to achieve its. The first of these is usually called signals, and the second – noise. The latter can be either indifferent (indifferent) in relation to the purpose of the system, or be purposefully organized by a part of the external environment to prevent the system from fulfilling its purpose. The paper sets the tasks for the study of an unregulated object. When studying an unregulated object, it is important that the signals always describe the behavior of the object as a whole and reflect the individual movements of a large number of its microparticles of the same type.

At the first stage of the analysis – class selection – it is necessary to solve general issues: according to a priori data about the object under study, reasonably choose one of the types of operator (functional, differential, integral or integro-differential). In this case, it is also necessary to take into account the preliminary information obtained from the signal.

This article is devoted to the discussion of the problem statement and the scheme of its solution in the simplest version of the second stage of the analysis of the structure of an unregulated object. The development of search methods in a certain class of equation belongs to the inverse problems of analysis.

Key words: unregulated object, experimental data, characteristic equation, "black box", object structure analysis, model building.

Вступ. У міру переходу до дослідження все більш складних явищ збільшується значення планування експерименту, а також аналізу результатів пасивних спостережень. Традиційній схемі дослідження відповідає наступна послідовність операцій:

- отримання експериментальних даних – це виявлення якісних сторін явища та побудова його моделі, написання рівнянь моделі та їх розв'язання;
- зіставлення рішення з експериментами та уточнення моделі тощо.

Така схема дослідження виявляється при цьому не завжди доцільною.

Постановка проблеми. Для вивчення складних об'єктів, коли при цьому огляд результатів вимірювань стає проблемою, запропоновано схему «чорної скриньки». У цій схемі впливи експериментатора на об'єкт описуються формально як набір збуджень. Цю схему, що виходить із регулярного зіставлення відгуків об'єкта (на виході «чорної скриньки») зі збудженнями (на його вході), характеризує дещо інша послідовність операцій [1-2]:

- 1) вибір апріорного класу рівнянь моделі;
- 2) зіставлення відгуків зі збудженнями та отримання конкретних рівнянь моделі;
- 3) побудова моделі.

У найпростішому варіанті аналізується релаксація до стійкого граничного руху у відповідь на початкове відхилення. Задачу відшукування рівнянь моделі в принципі можна розв'язати, якщо збурення на вході «чорної скриньки» досить повні і дозволяють виявити у відгуках об'єкта всі його ступеня свободи, суттєві в явищі, що спостерігається.

Виклад основного матеріалу. Нехай сигнал $U_0(t)$ автономного об'єкта описується звичайним лінійним диференціальним рівнянням зі стійкою точкою спокою $U_0 \equiv 0$ [1-2].

$$\frac{d^q U_0}{dt^q}(t) + \sum_{m=0}^{q-1} a_m \frac{d^m U_0}{dt^m}(t) = 0.$$

Позначимо $\{U_0^{(m)}\}$ початкові умови: $\frac{d^m U_0}{dt^m}(0) = U_0^m$, $m = 0, 1, 2, \dots, q-1$. Враховуючи для простоти, що рівняння (1) не має кратних характеристичних чисел, отримаємо

$$U_0(t) = \sum_{l=1}^q C_l e^{k_l t}, t < 0. \quad (2)$$

Характеристичне рівняння $k^q + \sum_{l=0}^{q-1} a_l k^l = 0$ встановлює взаємно однозначний зв'язок між сукупністю коренів $\{k_l\}$ і вектором $(a_0, a_1, \dots, a_{q-1})$. З іншого боку при даному наборі характеристичних чисел маємо q рівностей $\sum_{l=1}^q C_l (k_l)^m = U_0^{(m)}$ ($m = 0, 1, 2, \dots, q-1$), що однозначно зв'язують вектори (C_1, C_2, \dots, C_q) та $(U_0^{(0)}, U_0^{(1)}, \dots, U_0^{(q-1)})$. Очевидно, кожний конкретний запис сигналу $U_0(t)$ дозволить знайти тільки ті значення k_p для яких у відповідності з початковими умовами $\{U_0^{(m)}\}$ коефіцієнти C_l окажуться відмінними від нуля. Метою аналізу є обчислення коефіцієнтів $\{a_l\}$ за записом $U_0(t)$, тому можна враховувати, що кожен з векторів $(U_0^{(0)}, U_0^{(1)}, \dots, U_0^{(q-1)})$, для якого всі $C_l \neq 0$, дозволяє без додаткових збуджень досліджувати об'єкт, тобто одне таке початкове відхилення реалізує повний набір збуджень об'єкта.

Ці міркування втрачають сенс, якщо проводячи експеримент, немає можливості формувати на власний розсуд стани автономного об'єкта і змушений робити висновки зі спостережень його руху, що встановився. Область додатків такого роду задачі достатньо широка – нерегульованих об'єктів більше, ніж це представляється з першого погляду. До них відносяться багато медичних й промислових об'єктів, відхилення від нормальної діяльності яких небажані, а також питання аналізу результатів записаних неповторюваних спостережень. На початковому етапі дослідження доцільно враховувати нерегульованим цілком доступний, але достатньо складний об'єкт, зв'язки якого із зовнішнім середовищем будучи неістотними при вивченні даного явища, можуть сильно ускладнити аналіз, тобто залишаючись у рамках ідеалізованої схеми аналізу, що описується в цій моделі, не враховуються впливи внутрішніх флуктуацій об'єкта, його нелінійності, зовнішній шум тощо. Крім цього, зазвичай заздалегідь невідомо і наскільки повний доступний та використовуваний набір збуджень.

При дослідженні нерегульованого об'єкта велике значення має те, що сигнали, які достатньо детально фіксуються, завжди не тільки описують поведінку об'єкта як цілого, але і відображують індивідуальні рухи великого числа його однотипних мікрочастин. Найпростішою, що враховує це математичної моделі формування в часі t сигналу $U(t)$ можна придати вид рівняння $D_0[U] = F(t)$, где $F(t)$ – малі короткочорельовані гаусові флуктуації, що збурюють встановлену динамічну зміну сигналу, яка проходить згідно рівнянню $D_0[U] = 0$ [2, 3]. Клас $\{D_\alpha\}$ операторів, що породжують динамічне рівняння $D_\alpha[U] = 0$ і серед них – рівняння $D_0[U] = 0$, яке динамічно апроксимує спостережувані прояви об'єкта, що аналізується, визначають виходячи з апіорних відомостей про останній, із аналогових міркувань (що враховують властивості об'єктів, відомих досліднику і подібних тому, що вивчається), а також з принципу простоти опису.

Схема чорної скриньки рекомендує після виділення класу $\{D_a\}$ динамічних операторів відшукати (за допомогою чисельної обробки сигналу U) в цьому класі елемент D_0 , який породжує динамічне рівняння об'єкта, що вивчається. Потім по виду D_0 нужно на основі відомих законів природи побудувати вже не математичну, а відповідно до задачі фізичну, хімічну, біологічну, економічну, тобто «природну» модель. Принципові ускладнення при цьому неминуче повинні виникати при суттєвої участі у спостережуваному явищі абсолютно невідомих нам законів природи.

З першим етапом аналізу – виділенням класу $\{D_a\}$ – пов'язані загальні питання: за апіорними даними про досліджуваний об'єкт необхідно спочатку обрати один з типів оператора, встановлюючись, наприклад, на функціональних, диференціальних (звичайних, із запізнюючим аргументом з приватними похідними), інтегральних або інтегро-диференціальних операторах [4; 5]. Потім слід обгрунтовано вибрати тип операторів. Врахувавши більш детальні апіорні відомості, обмежимося розглядом лінійних або ж слабонелінійних операторів з постійними коефіцієнтами. В такому разі необхідно враховувати не тільки апіорні властивості об'єкта, що аналізується, але і попередню інформацію, отримувану з сигналу. При побудові «природної» моделі, підхід до вивчення кожного нового об'єкта на заключному етапі зараз представляється ще більш індивідуальним.

Робота присвячена обговоренню постановки задачі і схеми її розв'язання в найпростішому варіанті другого етапу аналізу структури нерегульованого об'єкта – виділення в класі динамічних операторів $\{D_a\}$, що враховується при цьому заздалегідь відомим, оператором D_0 , відповідного статистичним властивостям зареєстрованого сигналу [3; 6].

Висновки. Розробка методів пошуку у визначеному класі рівняння, що має задану функцію своїм рішенням, відноситься до обернених задач аналізу. Назва «обернені», слід враховувати умовним. В принципових природничих проблемах дослідник безпосередньо стикається саме з оберненими задачами, коли спостерігається рух об'єкта і необхідно розуміти влаштування останнього. Пряма ж схема – знайти при заданих умовах рух об'єкта відомої структури – має в науці, як правило, більш вузьку, технічну область безпосередніх додатків. Втім, часто знання рішень різноманітних прямих задач аналізу використовується в обернених схемах для з'ясування структури об'єкта по його поведінці методом підбору або вгадування рівнянь, але такий метод дослідження не завжди ефективний і неекономічний. З традиційною прямою схемою природничих досліджень пов'язані звичні оцінки відносної складності різних описів явища, міркування про надійність висновків тощо. При переході до послідовного аналізу явища у межах оберненої схеми ці уявлення виявляються часто необгрунтованими. Досвід розгляду методикою чорної скриньки без входу поки невеликого числа природничих прикладів свідчить про те, що труднощі в прямій та оберненій схемах розподілені по-різному. Наприклад, основний етап прямої схеми відшукування розв'язків рівнянь об'єкта – у оберненій схемі практично відсутня, оскільки тут спочатку маємо справу з сигналом, тобто з готовим рішенням рівнянь об'єкта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Димова, Г. О. (2020). *Методи і моделі упорядкування експериментальної інформації для ідентифікації і прогнозування стану безперервних процесів*. Херсон : Видавництво ФОП Вишемирський В.С.
2. Гудзенко, Л. И. (1969). Некоторые вопросы структуры объекта по установившемуся сигналу. *Труды физического института имени П.Н. Лебедева*, 45, 110–133.
3. Хеннан, Э. (1974). *Многомерные временные ряды*. Москва : Мир.
4. Тихонов А. Н., Гончаровский А. В., Степанов В. В., Ягола А. Г. (1983). *Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация*. М. : Наука.
5. Димова, Г. О. (2021). Інформаційний простір об'єкту в системах ідентифікації. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, (4 (79)).
6. Димова, Г. О. (2021). Знаходження оптимальних значень функцій із застосуванням методу спряжених градієнтів. *Таврійський науковий вісник. Серія : Технічні науки* (3), 3–9. doi: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.1/>

REFERENCES:

1. Dymova H. O. (2020). *Metody i modeli uporyadkuvannya eksperymental'noyi informatsiyi dlya identyfikatsiyi i prohnozuvannya stanu bezperervnykh protsesiv: monohrafiya* [Methods and models for ordering experimental information for identifying and predicting the state of continuous processes] Kherson : Publishing house FOP Vyshemyrskyy V.S. [in Ukrainian].
2. Gudzenko, L. I. (1969). Nekotoryye voprosy struktury ob'yekta po ustanovivshemusya signalu [Some questions of the structure of the object on the basis of a steady signal]. *Proceedings of the Physical Institute named after P. N. Lebedeva*, 45, 110–133. [in Russian].
3. Hennan, E. (1974). *Mnogomernyye vremennyye ryady* [Multidimensional Time Series]. M. : Mir. [in Russian].
4. Tikhonov A. N. Goncharovskiy A. V., Stepanov V. V., Yagola A. G. (1983). *Regulyariziruyushchiye algoritmy i apriornaya informatsiya* [Regularizing algorithms and a priori information]. M. : Nauka. [in Russian].
5. Dymova H. O. (2021). Informatsiynyy prostir ob'yektu v systemakh identyfikatsiyi [Information space of the object in identification systems]. *Bulletin of the Kherson National Technical University*, (4 (79)). [in Ukrainian].
6. Dymova H. O. (2021). Znakhodzhennya optymal'nykh znachen' funktsiy iz zas-tosuvannyam metodu spryazhenykh hradiyentiv [Finding optimal values of functions using the conjugate gradient method]. *Taurian Scientific Bulletin. Series : Technical sciences* (3), 3–9. doi: https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.1 [in Ukrainian].

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 641;642

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.6>

НЕТРАДИЦІЙНА РОСЛИННА СИРОВИНА КАРПАТ У ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ НАПОЇВ ОЗДОРОВЧОЇ ДІЇ

Бомба М. Я. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
ORCID ID: 0000-0001-7865-2111

Федина Л. О. – кандидат хімічних наук, доцент,
доцент кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
ORCID ID: 0000-0001-6597-674X

Маслійчук О. Б. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
ORCID ID: 0000-0003-2045-9284

Майкова С. В. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
ORCID ID: 0000-0002-2591-412X

На початку третього тисячоліття тема харчування займає чільне місце в галузі охорони здоров'я, суспільстві і політиці багатьох країн світової спільноти. Перспективним способом вирішення цієї проблеми є впровадження у раціони оздоровчих напоїв на основі нетрадиційної сировини. З метою розширення асортименту їх використання в закладах ресторанного господарства нами розроблено технології дев'яти фіточаїв різного призначення (вітамінні, загальнозміцнювальні та заспокійливі). Для їх приготування використовували шипшину, суницю, м'яту, звіробій та інші рослини, які корисно споживати на щодень. Методом органолептичного аналізу визначали оптимальні співвідношення вмісту компонентів у напоях на основі оцінки показників якості. Аналіз нетрадиційної сировини рослинного походження дає змогу обґрунтувати оздоровче призначення напоїв. Розроблені рецептури фіточаїв за дотримання правил їх споживання (чергування напоїв із різної сировини, помірна кількість споживання) є цілком безпечними й приносять лише користь для здоров'я людини.

З метою покращення попиту на розроблену нами продукцію та ознайомлення потенційних споживачів фіточаїв з оздоровчими властивостями розроблено рекламні буклети-меню, довідники та методичні рекомендації тощо.

Разом з тим, необхідними є подальші наукові дослідження у цій царині знань для з'ясування подальшого використання нетрадиційної рослинної сировини Карпатського регіону у харчуванні людини на основі сучасних уявлень про механізми оздоровчої і лікувальної дії біологічно активних речовин лікарських рослин, оскільки цінні властивості їх видового розмаїття ще не повна є розкритими, а відтак ще будуть вивчатися не одним поколінням учених і народних цілителів.

Ключові слова: здорове харчування, Карпатський регіон, нетрадиційна рослинна сировина, чайні напої.

Bomba M. Ya., Fedyna L. O., Masliuchuk O. B., Maikova S. V. Non-traditional vegetable raw materials of the Carpathians in the technology of preparation of healthy beverages

At the beginning of the third millennium, the topic of nutrition occupies a prominent place in the field of health care, society and politics of many countries of the world community. A promising way to solve this problem is the introduction of health drinks based on non-traditional raw materials into diets. In order to expand the range of their use in restaurants, we have developed the technologies of nine phytoteas for different purposes (vitamin, tonic and soothing). For their preparation, rose hips, strawberries, mint, St. John's wort and other plants that are useful for daily consumption were used. Using the method of organoleptic analysis, the optimal ratio of the content of components in drinks was determined based on the assessment of quality indicators.

The analysis of non-traditional raw materials of plant origin makes it possible to substantiate the health purpose of drinks. The developed recipes of phytoteas are completely safe and will only benefit human health if the rules of their consumption are followed (alternation of drinks from different raw materials, moderate amount of consumption).

In order to improve the demand for the products developed by us and to acquaint potential consumers of herbal teas with health-promoting properties, advertising menu booklets, guides and methodological recommendations.

At the same time, further scientific research in this field of knowledge is necessary to find out the further use of non-traditional plant raw materials of the Carpathian region in human nutrition based on modern ideas about the mechanisms of health-improving and therapeutic action of biologically active substances of medicinal plants, since the valuable properties of their species diversity are still not fully revealed, and therefore will still be studied by more than one generation of scientists and folk healers.

Key words: healthy food, Carpathian region, non-traditional vegetable raw materials, tea drinks.

Постановка проблеми. На початку третього тисячоліття тема харчування займає чільне місце в галузі охорони здоров'я, суспільстві і політиці багатьох країн світової спільноти. Але сьогодні, в умовах постійних змін навколишнього природного середовища, кількісних і якісних характеристик продуктів харчування, ринку і способу діяльності людини, яка все більше відокремлюється від природи, ситуація у цій сфері різко погіршилася. На превеликий жаль, до цього часу так і не вдалося досягнути того, щоб науковий підхід переважав на всіх рівнях: освіта-наука-виробник-споживач. Це прискорило розвиток екологічно безпечних виробництв, створення продуктів спеціального призначення або продуктів функціонального й профілактичного харчування.

Перед сучасними виробниками харчових продуктів і напоїв стоїть завдання створення харчових продуктів нового покоління—оздоровчих та функціональних, у тому числі напоїв, здатних позитивно впливати на стан здоров'я споживачів. Функціональні напої визнані найперспективнішою харчовою системою для збагачення організму людини такими мікронутрієнтами, як вітаміни, мінеральні речовини, антиоксиданти, органічні кислоти та інші біологічно активні речовини (БАР), нестача яких веде до порушення імунного статусу, зниження резистентності до інфекцій та підвищення ризику виникнення захворювань для населення

нинішньої цивілізації. Позаяк їх доцільно вводити у склад харчових раціонів для усіх вікових груп здорового населення, так як вони здатні знижувати ризик розвитку низки захворювань, пов'язаних із харчуванням, зберігати і поліпшувати стан здоров'я за рахунок наявності в їхньому складі життєво необхідних для людського організму фізіологічно функціональних інгредієнтів [1; 4; 11; 13].

Особливого поширення сьогодні набувають чаї, які мають оздоровчі та лікувальні властивості й використовуються як загальнозміцнюючі, профілактичні та спраговгамовуючі напої [12].

Вчені і народні «цілители» відкривають нові цінні властивості лікарських рослин, знаходять унікальні можливості вилікувати важкі недуги. Разом з тим, зводиться до мінімуму побічна шкідлива дія на організм, що властива більшості хімічно створених лікувальних засобів. Враховуючи той факт, що Карпатський край багатий на екологічно чисту рослинну сировину нетрадиційного походження, яка володіє широким спектром цінних для людини властивостей, виникає необхідність щодо раціонального її використання у вигляді фіточаїв для збагачення раціонів потребуючих необхідними мікронутрієнтами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спектр лікарських рослин, що використовуються у медицині, приготуванні продуктів харчування та напоїв досить широко представлений: шипшина, безсмертник піщаний, валеріана лікарська, материнка звичайна, собача кропива серцева, ромашка лікарська, м'ята польова, деревій звичайний, шипшина коричнева, кульбаба лікарська, трава шавлії, шишки хмелю, липа, трава звіробою, калина, глід, обліпиха, горобина, береза, мати-й-мачуха та й ін. При цьому найбільша кількість з них росте у Карпатському регіоні України [1; 14].

Дослідженню розробки, удосконалення та збільшення асортименту напоїв із використанням лікарської сировини [2–5], вивченню її корисних властивостей [6; 7] приділено увагу великої когорти вчених. Чаї на основі лікарської сировини є альтернативою звичайному чаю, який крім корисних властивостей має і негативні.

Зокрема, в листках чаю міститься бензиловий спирт, який згубно впливає на хворих з розладами серцево-судинної системи, людей похилого віку та малих дітей. Небажано вживати також велику кількість кофеїну при нервових розладах [14]. Ця проблема продовжує бути актуальною, у зв'язку з цим триває пошук напоїв, які могли б бути заміниками чаю.

У зв'язку з окресленою проблемою **метою** наших досліджень була розробка технологій фітонапоїв повсякденного споживання для розширення асортименту їх використання в закладах ресторанного господарства.

Методи досліджень. Під час виконання дослідження використовували такі методи: органолептичні (зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція, соковитість), системного аналізу, планування експериментальних робіт.

Виклад основного матеріалу. За своїм призначенням трав'яні чаї поділяють на напої повсякденного споживання, профілактичні та лікувальні [8].

Фітонапої повсякденного споживання можна називати функціональними (оздоровчими), оскільки їхнє щоденне споживання сприяє збереженню і поліпшенню здоров'я людини. Вони відрізняються від лікувальних фіточаїв меншою кількістю та концентраціями діючих компонентів лікарських рослин та простішою технологією приготування.

Повсякденні чаї готують з харчових і лікарських рослин, які містять необхідні організмові фізіологічно активні сполуки: вітаміни, мікроелементи тощо, але позбавлені сильнодіючих речовин [8].

Сировиною для приготування функціональних чаїв є різні органи та частини рослин: корені, кореневища, цибулини, бульби, бруньки, листки, трава (стебла з листям), квітки, суцвіття, плоди, насіння, кора дерев, заготівля яких здавна вважалася великим мистецтвом цілителів [6]. Чаї повсякденного споживання класифікують за призначенням як: вітамінні, загальнозміцнювальні, тонізуючі та заспокійливі.

Для розширення асортименту функціональних фіточаїв нами розроблено рецептури дев'яти напоїв різного складу: «Здоров'як» (№ 1), «Настрій Карпат» (№ 2), «Смородиновий» (№ 3), «Переможець втоми» (№ 4), «Дари лісу» (№ 5), «Гірська долина» (№ 6), «Шипшино-малиновий» (№ 7), «Щедра полонина» (№ 8) та «Релакс» (№ 9).

При розробці технологій приготування та складанні рецептур оздоровчих фіточаїв було проаналізовано дані різних джерел наукової літератури, зокрема, щодо комбінації певних компонентів рецептури [8].

В якості сировини для розробки оздоровчих фітонапоїв вибрали десять найбільш поширених лікарських рослин нашого краю: звіробій звичайний (трава), кропива дводомна (листки), малина (листки), материнка звичайна (трава), м'ята перцева (листки), ожина сиза (листки), смородина чорна (листки), суниця лісова (листки), чебрець звичайний (трава), шипшина (плоди).

Трав'яні фіточаї добре вгамовують спрагу. Як зазначає лікар натуропат Кристофер Вазей «лікарські властивості трав не перешкоджають засвоєнню води в організмі. Але це лише у тому випадку, якщо настої не містять цукру, або не виготовлені з рослин, що володіють сечогінною дією».

Лікувальні властивості зазначених вище рослинних компонентів фіточаїв підтверджено тривалими дослідженнями та представлені нами у табл. 1.

Таблиця 1

Головні функціональні властивості рослинних компонентів фіточаїв*

Рослина	Функціональні властивості
Звіробій звичайний (трава)	знімає судоми, в'яжучий, жовчогінний, збуджує функцію шлунка, сечогінний, загальнозміцнювальний, заспокоює нервову систему, місцево протизапальний, ранозагоювальний, антибіотичний
Кропива дводомна (листки)	сечогінна, кровозсідний засіб, сприяє обміну речовин та регулює його, проти проносна, знижує вміст цукру в крові, ранозагоювальна, зумовлює почервоніння шкіри, утворення пухирців
Малина (листки)	в'яжуча, потогінна, сприяє обміну речовин, запашна, сечогінна, загальнозміцнювальна
Материнка звичайна (трава)	запашна, відхаркувальна, збуджує функцію шлунка, заспокоює нервову систему, антисептик, місцево протизапальна, сечогінна, знімає судоми, регулює менструальний цикл
М'ята перцева (листки)	знеболювальна, антисептик, збуджує функцію шлунка, проносна (знижує ферментацію, здуття кишечника), запашна, тамусе біль нейрогенного характеру, жовчогінна, жовчотвірна, знімає судоми

загальнозміцнювальними, тонізуючими, протимікробними, антиоксидантними, протизапальними та седативними властивостями. Окрім цього, мед зібраний з природного різнотрав'я в благодатному Карпатському краї, здатен відновлювати порушені процеси обміну речовин, підвищувати імунітет, стійкість організму до інтоксикації, дії багатьох чинників зовнішнього середовища, у тому числі і впливу радіації. Він легко засвоюється, не викликаючи подразнення органів травлення; набагато швидше прискорює відновлення організму після фізичних навантажень; спричиняє заспокійливу дію і легке розслаблення; практично не спричиняє ускладнень при дотриманні дози навіть при тривалому вживанні; сумісний майже зі всіма харчовими продуктами і лікувальними препаратами.

Оптимальні співвідношення вмісту компонентів у напоях визначали методом органолептичного аналізу. Для кожного фіточаю проводили по чотири досліди. У табл. 2 представлено рецептурний склад розроблених функціональних фіточаїв: оптимальні співвідношення рецептурних компонентів, при яких чаї отримали найвищу органолептичну оцінку показників якості (зовнішнього вигляду, кольору, смаку та запаху).

Середні значення показників знаходились у межах від 4,52 до 4,84 балів (з п'яти можливих). Усі напої володіли злегка насиченим кольором, добре вираженим смаком і ароматом відповідно до компонентів рецептури. При приготуванні фіточаїв використовували таку технологію.

Усі компоненти сировини подрібнювали із використанням млинку, а пізніше змішували. Подрібнену сировину заливати окропом, охолодженим до 80–90°C та настоювати від 3–5 до 10 хв. у закритому вигляді в теплому місці. Напій проціджували через чайне ситечко та холоджували до температури 40–45°C. Потім у напій додавали мед, або подавали його окремо до чаю. Подають фіточаї гарячими в горнятках (влітку можна і холодними). Температура подачі 40–45°C. Термін реалізації чайного напою не більше 30 хв. від моменту заварювання.

Спеціалісти рекомендують дотримуватись декількох правил, які обов'язково треба виконувати при заварюванні чаю, як натурального, так і з лікарських рослин. Найголовніші з них: не перегрівати заварку, не розводити її, не користуватись металевим чайним посудом. Для заварювання настою слід користуватись фарфоровим чайником або емальованим посудом, щоб менше руйнувались вітаміни.

Кундіус Д. та Гончарова І. [7], аналізуючи вплив різних температурних і часових параметрів настоювання фіточаїв, визначили, що найсприятливішими з погляду збереження С-вітамінності настоїв є температура води 60 і 90°C та час настоювання – 10 хв.

Виходячи з цього пропонуємо використовувати також інший спосіб заварювання фіточаїв, тобто заливати сировину водою, що закипіла та охолола до 80–90°C із подальшим настоюванням у закритому вигляді протягом 10–15 хв., щоб не випаровувались ефірні олії.

Оскільки для приготування більшості розроблених нами фіточаїв використовувалась сировина із полівітамінних рослин (шипшина, смородина, суниця, малина), їх можна умовно класифікувати за призначенням як вітамінні чаї.

Як зазначає професор Мамчур Ф.І. [8], напої з полівітамінних рослин за умови систематичного вживання, як свідчать спостереження, стимулюють обмін речовин в організмі, кровотворення, регенерацію тканин, підвищують активність захисних механізмів.

Розроблені фіточаї «Здоров'як», «Настрій Карпат», «Смородиновий», «Переможець втоми», «Дари лісу», «Шипшиново-малиновий», а також «Гірська

долина» володіють загальнозміцнювальними властивостями, добре впливатимуть на обмінні процеси в організмі, оскільки до їх складу входить звіробій, листки смородини, малини, суниці.

Досліджуючи антиоксидантні властивості продуктів рослинного походження ряд авторів встановили, що трав'яні чаї володіють більшими антиоксидантними властивостями, ніж чорний чай. За їхніми даними, антиоксидантна ємність водних настоїв рослинної сировини щодо деяких використовуваних нами рослин зменшується в такій послідовності: звіробій звичайний > чебрець звичайний > м'ята перцева > кропива дводомна.

У деякі з розроблених фіточаїв входять рослини із заспокійливими властивостями. Передусім це рослини, що використовуються в сучасній медицині: глід криваво-червоний, валеріана лікарська, материнка звичайна, липа серцелиста, м'ята перцева, півонія похила, кропива собача, ромашка аптечна, синюха блакитна, сухоцвіт болотяний, чебрець звичайний, чебрець повзучий [8].

Тому, чаї «Здоров'як», «Настрій Карпат», «Щедра полонина» та «Релакс» можна віднести до заспокійливих. Крім того, ці напої є корисними і для фізіології травлення, оскільки біологічно активні речовини їх компонентів (звіробій звичайний, материнка звичайна, меліса лікарська, м'ята перцева та чебрець звичайний) сприятливо впливають на функцію шлунково-кишкового тракту (див. табл. 1). Ці чаї містять запашні трави, які завдяки вмісту ефірних олій стимулюють нервові закінчення шлунково-кишкового тракту й цим самим сприяють травленню та покращують засвоєння поживних речовин.

У табл. 3 узагальнено призначення розроблених рецептур оздоровчих фіточаїв.

Таблиця 3

Загальне призначення розроблених рецептур оздоровчих фіточаїв

№ п/п	Назва фіточаю	Призначення фіточаю
1.	Здоров'як	Вітамінний, загальнозміцнювальний, заспокійливий
2.	Настрій Карпат	Вітамінний, загальнозміцнювальний, заспокійливий
3.	Смородиновий	Вітамінний, загальнозміцнювальний
4.	Переможець втоми	Вітамінний, загальнозміцнювальний
5.	Дари лісу	Вітамінний, загальнозміцнювальний
6.	Гірська долина	Вітамінний, загальнозміцнювальний
7.	Шипшиново-малиновий	Вітамінний, загальнозміцнювальний
8.	Щедра полонина	Вітамінний, заспокійливий
9.	Релакс	Вітамінний, заспокійливий

Розроблені рецептури фіточаїв за дотримання правил їх споживання (чергування напоїв із різної сировини, помірні кількості споживання) є цілком безпечними й приносять лише користь для здоров'я людини.

Вважають, що з широким спектром біологічно активних речовин, які надходять із різними компонентами фіточаїв, організм має більш широкі можливості шляхом саморегуляції відібрати потрібні для нього компоненти та включити їх у порушені цикли обміну речовин, нормалізуючи тим самим послаблені функції тих чи інших органів.

Для покращення попиту на розроблену нами продукцію та ознайомлення потенційних споживачів фіточаїв з оздоровчими властивостями розроблено рекламні буклети-меню, довідники та методичні рекомендації [6; 10].

Важливою умовою приготування якісних фіточаїв є якість компонентів із яких готується чай. Придбання рослинної сировини для виробництва напоїв слід проводити в аптеках, фірмах, які мають дозвіл МОЗ України на її заготівлю.

Висновки. Отже, можна підсумувати, що функціональні напої на основі лікарської рослинної сировини, для приготування яких найчастіше використовують шипшину, суницю, малину, м'яту, звіробій та інші рослини, корисно споживати на щодень. Вони сприятливо впливатимуть на обмінні процеси в організмі, кровотворення, регенерацію тканин, підвищуватимуть активність захисних механізмів та усуватимуть нервово-психічні навантаження.

Разом з тим, необхідними є подальші наукові дослідження у цій царині знань для з'ясування подальшого використання нетрадиційної рослинної сировини Карпатського регіону у харчуванні людини на основі сучасних уявлень про механізми оздоровчої і лікувальної дії біологічно активних речовин лікарських рослин, оскільки цінні властивості їх видового розмаїття ще не сповна є розкритими, а відтак ще будуть вивчатися не одним поколінням учених і народних цілителів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гладун Я. Д. Лікарські рослини Прикарпаття: Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. 164 с.
2. Вітряк О.П. Технологічні аспекти використання пряно-ароматичної сировини у технології напоїв. *Проблеми екологічної біотехнології*, 2014. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2014_2_4.
3. Гаврилишин В. В., Ковальчук М. П., Джурик Н.Р. Дослідження можливостей поліпшення споживних властивостей чайних напоїв: *Вісник Львівської комерційної академії*. Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2009. Вип. 10. С. 16–20.
4. Свідло К.В. Підходи до створення безалкогольних напоїв геродієтичного призначення. *Обладнання та технології харчових виробництв*, 2013. Вип. 31. С. 179–185. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Otkhv_2013_31_24.
5. Федорова Д.В. Оздоровчі напої з природними антиоксидантами для харчування населення мегаполісів. *Сб. науч. тр. SWorld*. Вип. 1. Том 11. Наукометрична база РИНЦ – Іваново : МАРКОВА АД, 2014. С. 12–19. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2014>.
6. Бомба М.Я., Лотоцька-Дудик У.Б., Івашків Л.Я., Шах А.С., Максимець О.Б. Фіточаї : довідник. Львів : Ліга-Прес, 2016. 95 с.
7. Кундіус Д., Гончарова І. Біологічна цінність фіточаїв із плодами шипшини: *Товари і ринки*, 2010. № 1. С. 138–142.
8. Мамчур Ф.І. Цілюще зело. К. : Здоров'я, 1993. 208 с.
9. Кархут В.В. Жива аптека. К. : Здоров'я, 1992. 312 с.
10. Методичні рекомендації щодо заготівлі, висушування та зберігання лікарської сировини для забезпечення функціонування фіто-бару ЛІЕТ: [уклад. Бомба М.Я., Лотоцька-Дудик У.Б., Івашків Л.Я. та ін.]. Львів : ЛІЕТ, 2013. 23 с.
11. Стеценко Н., Гойко І. Наукове обґрунтування технології напою функціонального призначення на основі соку горобини з використанням рослинних екстрактів. *Ресторанний і готельний консалтинг: Інновації*, 2021. Т. 43. № 2. С. 316–329.
12. Фролова Н.Е., Байбак С.В., Коваленко, О.П., Лукіянишен К.О., Мухіна А.В., Кучерявий І.А. Розробка технології чайних напоїв відповідно до приписів аюрве-

личної кулінарії. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* 2021. Т. 32(7). № 1. Ч. 2. С. 57–62.

13. Салеба Л. В., Сарібскова Д. Г., Жебраківська І. О. Визначення показників якості та методів їх контролю для апельсинових сокових напоїв: *Вісник ХНТУ*, 2020. № 2(73). С. 54–60.

14. Сербіна К.М., Бомба М.Я., Маслійчук О.Б. Інноваційні напої як перспективний напрямок оздоровчо-дієтичного харчування: Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції, «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі», 23 листопада 2021 р. К. : НУХТ, 2021. С. 91–92.

REFERENCES:

1. Hladun, Ya. D. (2011). Likarski roslyny Prykarpattia. [Medicinal plants of Prykarpattia]. *Ya. D. Hladun*, Ivano-Frankivsk : Symfoniia forte, 164 s.

2. Vitriak O.P. (2014). Tekhnolohichni aspekty vykorystannia priano-aromatychnoi syrovyny u tekhnolohii napoiv [Elektronnyi resurs]. [Technological aspects of the use of spicy and aromatic raw materials in beverage technology] *Problemy ekolohichnoi biotekhnolohii*. № 2. http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2014_2_4.

3. Havrylyshyn V. V., Kovalchuk M.P., Dzhuryk N.R. (2009). Doslidzhennia mozhlyvosti polipshennia spozhyvnykh vlastyvosti chainykh napoiv [Tekst]. [Research on the possibilities of improving the consumption properties of tea drinks] *Visnyk Lvivskoi komertsii noi akademii*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi komertsii noi akademii, vol. 10. pp. 16–20.

4. Svidlo K.V. (2013). Pidkhody do stvorennia bezalkoholnykh napoiv herodiietychnoho pryznachennia [Elektronnyi resurs]. [Approaches to the creation of non-alcoholic drinks for herodietic purpose]. *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv*. vol. 31. pp. 179–185. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Otkhv_2013_31_24.

5. Fedorova D.V. (2014). Ozdorovchi napoi z pryrodnymy antyoksydantamy dlia kharchuvannia naselennia mehopolisiv [Elektronnyi resurs] [Health drinks with natural antioxidants for the nutrition of the population of megacities]. *Sb. nauch. tr. SWorld*. Vol. 1. T. 11. Naukometrychna baza RYNTs – Yvanovo: MARKOVA AD. pp. 12–19. <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2014>.

6. Bomba M.Ya., Lototska-Dudyk U.B., Ivashkiv L.Ya., Shakh A.Ye., Maksymets O.B. (2016). Fitochai [Herbal teas] : *dovidnyk*. Lviv : Liha-Pres. 95 p.

7. Kundius D., Honcharova I. (2010). Biolohichna tsinnist fitochaiv iz plodamy shypshyny [Biological value of herbal teas with rose hips]. *Tovary i rynky*. № 1. pp. 138–142.

8. Mamchur F.I. (1933). Tsiliushche zelo [Healing herb]. K. : *Zdorov'ia*. 208.p.

9. Karkhut V.V. (1992). Zhyva apteka [Live pharmacy] K. : *Zdorov'ia*. 312 p.

10. Metodychni rekomendatsii shchodo zahotivli, vysushuvannia ta zberihannia likarskoi syrovyny dlia zabezpechennia funktsionuvannia fito-baru LIET. [Methodical recommendations for the procurement, drying and storage of medicinal raw materials to ensure the functioning of the LIET phyto-bar] : [uklad. Bomba M.Ya., Lototska-Dudyk U.B., Ivashkiv L.Ya. ta in.]. Lviv : *LIET*, 2013. 23 p.

11. Stetsenko N., Hoiko I. (2021). Naukove obgruntuvannia tekhnolohii napoiv funktsionalnogo pryznachennia na osnovi soku horobyny z vykorystanniam roslynnykh ekstraktiv. [Scientific substantiation of the functional drink technology based on mountain ash juice with the use of plant extracts] *Restoranni i hotelnyi konsaltnyh. Innovatsii* T. 43. № 2. pp. 316–329.

12. Frolova N.E., Baibak S.V., Kovalenko O.P., Lukiianyshen K.O., Mukhina A.V., Kucheriavyi I.A. (2021). Rozrobka tekhnolohii chainykh napoiv vidpovidno do pryypysiv aiurvedychnoi kulinarii. [Development of the technology of tea drinks in accordance with the prescriptions of Ayurvedic cooking]. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnogo universytetu imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky*. T. 32(7). № 1. vol. 2. pp. 57–62.

13. Salieba L.V., Saribiekova D.H., Zhebrakivska I.O. (2020). Vyznachennia pokaznykiv yakosti ta metodiv yikh kontroliu dlia apelsynovykh sokovykh napoiv. [Determination of quality indicators and methods of their control for orange juice drinks]. *Visnyk KhNTU*. № 2(73). pp. 54–60.

14. Serbina K.M., Bomba M.Ya., Masliichuk O.B. (2021). Innovatsiini napoi yak perspektyvnyi napriamok ozdorovcho-diietychnoho kharchuvannia. [Innovative drinks as a promising direction of health and dietary nutrition]. *Materialy X Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii, «Innovatsiini tekhnolohii v hotelno-restorannomu biznesi»*, 23 lystopada 2021 r. K. : NUKhT. pp. 91–92.

УДК 664.661.2:005.591.6

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.7>

ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЦЕПТУР

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

У статті наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень з обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур. Для досягнення цієї мети було проведено глибокі теоретичні наукові дослідження, які ґрунтуються на проблемах харчування сучасності, включаючи товарознавство продовольчих товарів, основи фізіології харчування, гігієни та санітарії, а також технологічне обладнання, яке наразі використовується в провідних країнах світу. Використання альтернативних видів сировини з метою розробки функціональних рецептур та технологій на основі використання власної, щорічно відновлюваної, безпечної рослинної сировини дозволить наповнити ринок України новими харчовими продуктами профілактичного, оздоровчого та дієтичного призначення в достатньому асортименті, сприятиме імпортозаміщенню дорогої продукції функціонального призначення. На основі проведених досліджень з вивчення біологічної цінності, хімічного складу, енергетичної цінності було встановлено, що використання вітчизняної сировини для виробництва нової функціональної продукції є науково обґрунтованим.

Відмічено, що останнім часом виробництво безглютенової продукції набуло великої популярності у світі через зростання кількості алергічних захворювань викликаних непереносимістю певних харчових сполук, зокрема глютену. Встановлено, що основну частку безглютенової продукції в Україні становить продукція закордонного виробництва, тому питання використання альтернативних видів рослинної сировини для заміни традиційного борошна, що містить глютен, набуває неабиякого значення та потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень.

У статті наведено результати проведених досліджень з обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур, які можна виготовляти з використанням власної щорічно відновлюваної сировини.

Ключові слова: технологія, рецептура, функціональні інгредієнти, продукція, виробництво.

Horach O. O. Justification of innovative technologies of functional recipes

Setting objectives. The article presents the results of theoretical and experimental research on the use of alternative raw materials to develop new gluten-free recipes based on the use of its own, annually renewable, safe plant raw materials. It is noted that recently the production of gluten-free products has become very popular in the world due to the growing number of allergic diseases caused by intolerance to certain food compounds, including gluten. It is established that the main share of gluten-free products in Ukraine is foreign products, so the issue of using alternative vegetable raw materials to replace traditional gluten-containing flour is of great One of the main tasks of the food industry of Ukraine is to fill the market with food products of high biological and physiological value. Implementation of innovative technologies based on world and domestic experience is an important task today. The use of modern achievements of scientists in the field, as well as their close cooperation with manufacturers, will allow to develop innovative production technologies at domestic enterprises and to fill the market of Ukraine with its own, annually renewed, high-quality and safe products of various functional purposes. Providing consumers with new food products for preventive, health and dietary purposes in a sufficient range will contribute to import substitution of expensive functional products.

Research results. The introduction of new technologies and recipes for the production of gluten-free products will allow to expand the range of domestic producers of bakery products and will contribute to the replacement of expensive, imported gluten-free products with our own annually renewable plant raw materials based on the use and implementation of the latest technologies and recipes.

Also, when substantiating innovative functional recipes, it should be noted that an important factor on which the quality of the manufactured product depends is the use of high-quality raw materials, which are supplied to enterprises of the processing industry. Flour with high consumption characteristics can be obtained only from high-quality grain. Defects in the smell, taste and color of the grain can transfer to the finished flour product. If you use grain that self-warms, germinates and is destroyed by pests, especially bugs, the consumer properties will not change much, but the baking properties will be completely nullified, because the flour becomes less protein. As mentioned above, flour made from different types of grain has different levels of chemical and mineral substances, color, and therefore can have different applications when justifying innovative functional recipes and technologies.

Conclusions. *Based on the conducted research, it can be concluded that the creation of functional recipes and technologies requires deep theoretical and experimental research. In addition, the use of own, annually renewed raw materials will contribute to the import substitution of expensive functional products and fill the market of Ukraine with affordable, inexpensive, high-quality and safe products of various functional purposes.*

Key words: *technology, formulation, functional ingredients, products, production.*

Постановка проблеми. Одним із основних завдань харчової галузі України є наповнення ринку харчовими продуктами високої біологічної та фізіологічної цінності. Впровадження інноваційних технологій на основі світового та вітчизняного досвіду є важливим завданням сьогодення. Використання сучасних досягнень науковців галузі, а також тісна їх співпраця з виробниками дозволить розробити інноваційні технології виробництва на вітчизняних підприємствах та наповнити ринок України власною, щорічно відновлюваною, якісною та безпечною продукцією різного функціонального призначення. Забезпечення споживачів новими харчовими продуктами профілактичного, оздоровчого та дієтичного призначення в достатньому асортименті, сприятиме імпортозаміщенню дорогої продукції функціонального призначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В наш час розробкою та вдосконаленню технологій різного функціонального призначення займаються вчені багатьох країн світу, серед вітчизняних науковців слід відмітити: Дробот В. І., Грищенко А. М., Дорохович В.В., Бабіч О. В., Саблук В. І., Притульська Н.В. Вплив дієтичного харчування на покращення стану в осіб з ГЕ описують у своїх роботах вчені: G. Doman, Інститут розвитку людського потенціалу (США), D. Perlmutter та ін. [1].

Останнім часом Європа та інші країни світу виявляють підвищений інтерес до впровадження інноваційних технологій для виготовлення харчової продукції різного функціонального призначення. На основі величезного світового досвіду, можна зробити висновок, що створення інноваційних технологій функціональних рецептур, можливе за рахунок використання власної, щорічно відновлюваної рослинної сировини та з використанням наукових досягнень фахівців галузі.

При відповідній підготовці сировини на різних стадіях виробництва на основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень з розробки інноваційних рецептур та технологій можна забезпечити ринок України харчовими продуктами різного функціонального призначення. Однак існує певна технологічна та маркетингова перепона для промислового впровадження інноваційних рецептур та технологій це те, що між виробниками сільського господарської сировини та промисловими підприємствами немає потрібних виробничих контактів. Для того, щоб конкурувати з відомими світовими виробникам продуктів різного функціонального призначення, необхідно консультиватися зі спеціалістами та фахівцями галузі, які займаються розробкою та вивченням біологічної та функціональної цінності сировини та знають їх властивості.

Метою статті є обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур на основі використання альтернативних видів вітчизняної сировини.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день основою лікування хворих на непереносимість людей є дієтичне харчування спрямоване на повному виключенні з раціону харчування всіх глютенівмісних продуктів, що містять пшеницю, жито, ячмінь, овес, а також гібриди цих зерен.

Відомо, що існуючі на сьогоднішній день технології безглютенового виробництва пов'язані із заміною традиційної випічки із пшеничного та житнього борошна на борошно яке не містить глютен, а саме кукурудзяне, гречане, рисове, амарантове та ін.

Виробництво безглютенової продукції, на основі заміни традиційного глютенівмісного борошна на борошно, яке його не містить, дозволить розширити асортимент вітчизняних виробників хлібобулочних виробів та замінити дорогою, імпортовану безглютенову продукцію, власною щорічно відновлюваною рослинною сировиною, на основі використання та впровадження новітніх технологій. Крім того, впровадження у вітчизняне виробництво інноваційних технологій з використанням рослинної вітчизняної сировини функціонального призначення дозволить підвищити харчову цінність, розширить асортимент для виробників, які займаються виробництвом хлібобулочних виробів дієтичного, профілактичного харчування та забезпечить безвідходність та екологічну чистоту виробництва [2-4].

Впровадження технологій та рецептур безглютенового виробництва сприятиме розширенню асортименту кафе, ресторанів та інших закладів громадського харчування у зв'язку з розвитком туристичного бізнесу.

Крім того, проведений аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що українські виробники збільшують асортимент безглютенової продукції і на сьогоднішній день впроваджується торгівля в супермаркетах цього асортименту товарів.

Відомо, що технологія очищення та виготовлення безглютенового борошна складна і полягає у тому, що спочатку проводять виділення глютену, а потім необхідно замінити його іншою клейкою структурою. Вітчизняні виробники безглютенової продукції використовують досвід виготовлення класичного борошна, що допомагає у виробництві безглютенової продукції.

На основі вище викладеного, з метою обґрунтування технологій функціональних рецептур було досліджено хімічний склад різних зернових культур, який як відомо залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, району та генетичних особливостей сорту. Опосередкований хімічний склад зернових культур

Таблиця 1

Хімічний склад зернових культур

Зернові культури	Білки, г	Жири, г	Вода, г
Овес	9,8	6,1	13,8
Просо	11,4	3,7	13,9
Ячмінь	10,1	2,1	14,2
Сорго	10,4	4,0	13,9
Кукурудза	8,1	4,2	14,1
Пшениця ярова	11,4	2,0	14,1
Рис	7,4	2,6	14,0

подано в табл. 1, а також їх енергетичну цінність на 100 г, ккал, що наведено на рис. 1 [3].



Рис. 1. Енергетична цінність зернових культур на 100 г, ккал

Аналізуючи дані табл. 1 та рис. 1 можна зробити висновок, що за хімічним складом безглютеніві зернові культури, такі як кукурудза та рис у порівнянні з іншими зерновими культурами містять найбільшу кількість крохмалю та відрізняються високою поживною цінністю. За енергетичною цінністю кукурудза на 100 г та засвоюваністю кукурудза має найвищі показники і становить 461 ккал, тоді як пшениця має всього 463 ккал, рис 447 ккал, ячмінь 454 ккал і просо 459 ккал.

В табл. 2 наведено вміст вуглеводів у різних зернових культурах.

Таблиця 2

Вміст вуглеводів у зернових культурах, %

Показник	Пшениця	Кукурудза	Гречка	Рис
Крохмаль, %	52-55	57	63-64	55
Цукри	2-3	2,5-3	2	3
Клітковина	8-14	6-10	1-2	4-10
Разом	60-70	67-70	67-68	63-64

Аналізуючи дані табл. 2 можна зробити висновок, що кукурудза і пшениця мають однаковий вміст вуглеводів, що свідчить про те, що кукурудза як безглютенінова зернова культура є цінним продуктом, що може використовуватися в харчовій промисловості в основі функціональних рецептур та інноваційних технологій. За вмістом крохмалю, можна зробити висновок, що найбільше його міститься у гречки, також безглютенівій зерновій культурі, що також характеризується високим вмістом вуглеводів [5].

В табл. 3 наведена біологічна цінність зернових культур. Аналізуючи дані таблиці, можна зробити висновок, що кукурудза у порівнянні з іншими зерновими культурами має достатньо високу біологічну цінність 61,3%, що пояснюється високим вмістом незамінних амінокислот та низьким вмістом таніну [6].

Поряд з іншими показниками, одними з найважливішими є вміст вітамінів, оскільки вони є регуляторами обмінних процесів в організмі людини. Кукурудза містить велику кількість вітамінів, а саме А і С, вітаміни групи В, К. Досить високий вміст пектинів, має позитивний вплив на організм людини. Пектини, які

Таблиця 3

Біологічна цінність білків зернових культур

Показник	Пшениця	Кукурудза	Ячмінь	Просо	Рис
Білок, %	12,2	11,0	12,9	13,3	8,5
Лізін, г/16 г азоту	2,4	2,9	3,0	2,9	3,8
Треонін, г/16 г азоту	2,5	3,0	2,7	3,4	3,6
Перетравлюваність білка, %	96,3	95,1	88,1	93,1	99,0
Біологічна цінність, %	55,4	61,3	70,0	60,1	74,1
Танін у зерні, %	0,4	0,5	0,8	0,7	0,1

містяться в кукурудзі, позитивно впливають на травлення [5]. Основний вміст мінеральних речовин у великій мірі залежить від хімічного складу ґрунту.

В табл. 4 наведено вміст мінеральних речовин у кукурудзі, рисі та інших зернових культурах [3].

Таблиця 4

Основні елементи у різних зернових культурах, мг/100 г

Культура	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Пшениця	8	325	62	114	368	5,3
Жито	4	424	59	0	366	5,4
Гречка	4	325	70	258	334	8,3
Рис	30	314	40	116	328	2,1
Сорго	28	246	99	127	298	4,4
Кукурудза	27	340	34	104	301	3,7

На основі приведенного аналізу хімічного складу, біологічної цінності, вмісту основних хімічних елементів, можна зробити висновок, що використання кукурудзи, рису, гречки як безглютенової сировини може бути широко використано в харчовій промисловості з метою розробки інноваційних функціональних рецептур та технологій різного функціонального призначення. На основі вищевикладеного, можна зробити висновок, що використання власної, щорічно відновлюваної, рослинної безглютенової сировини для виробництва інноваційних функціональних рецептур є цілком науково обґрунтованим.

Проведений аналіз наукової літератури дозволяє зробити висновок, що на сьогоднішній день існують технології та рецептури виготовлення безглютенової продукції на основі використання кукурудзяного борошна, як самостійно так і у суміші з рисом та іншим борошном.

Впровадження у виробництво нових технологій та рецептур одержання безглютенової продукції дозволить розширити асортимент вітчизняних виробників хлібобулочних виробів та сприятиме заміні дорогої, імпортованої безглютенової продукції власною щорічно відновлюваною рослинною сировиною на основі використання та впровадження новітніх технологій та рецептур. Крім того, впровадження у вітчизняне виробництво інноваційних технологій з використанням рослинної вітчизняної сировини функціонального призначення для кафе, ресторанів та інших закладів громадського харчування є актуальним завданням у зв'язку з їх розвитком.

Також під час обґрунтування інноваційних функціональних рецептур, потрібно зазначити, що важливим фактором від якого залежить якість виготовленого виробу є використання високоякісної сировини, яка надходить на підприємства переробної галузі. Борошно з високими споживними характеристиками можна отримати тільки з високоякісного зерна. Дефекти запаху, смаку та кольору зерна здатні переходити на готовий продукт-борошно. Якщо використовувати зерно, яке самозігрівається, проростає і знищується шкідниками, особливо клопами, споживчі властивості не сильно зміняться, а хлібопекарські властивості будуть повністю зведені нанівець, адже у борошні стає менше білка. Як було зазначено вище, борошно виготовлене з різних видів зерна, має різний рівень хімічних та мінеральних речовин, колір, а отже може мати різне застосування під час обґрунтування інноваційних функціональних рецептур та технологій.

Висновки. На основі проведених досліджень, можна зробити висновок, що створення функціональних рецептур та технологій потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень. Впровадження у виробництво інноваційних новітніх технологій та рецептур пов'язане із заміною клейковини та використання сировини з достатньою кількістю мікронутрієнтів, вітамінів, харчових волокон та інших поживних життєво необхідних речовин для нормального розвитку організму людини. В результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень з обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур встановлено, що використання безглютенних зернових культур, а саме кукурудзи, рису, гречки та ін. дозволить створити нові інноваційні технології функціональних рецептур для людей, які страждають на непереносимість глютену та пов'язані з ним інші захворювання. Крім того, використання власної, щорічно відновлюваної сировини, сприятиме імпортозаміщенню дорогої продукції функціонального призначення та наповнить ринок України доступною, недорогою, якісною та безпечною продукцією різного функціонального призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Горач О.О. Кіпіоро І.М., Гусар А.О. Використання альтернативних видів сировини з метою розробки нових безглютенних рецептур. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет*. Херсон, 2022. Вип. 5. С. 38–44.
2. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Нові тенденції та особливості виробництва піци в сучасних умовах. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі* : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 303–306. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/materialy-3-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m-melitopol-01-26.11.2021.pdf>
3. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Сучасний стан виробництва, якість та безпека хлібобулочних виробів. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства, 17 листопада 2021 р. м. Херсон. С. 315–319. URL: <http://dSPACE.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7315>
4. Українська спілка целиакії. URL: <https://celiac.org.ua>
5. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Аналіз виробництва безглютенної продукції функціонального призначення на основі використання вітчизняної сировини. *Таврійський науковий вісник*, 2021. № 6. С. 94–100. <http://dSPACE.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>

REFERENCES:

1. Ghorach O.O., Kipioro I.M., Ghusar A.O. (2022) Vykorystannia alternatyvnykh vydiv syrovyny z metoiu rozrobky novykh bezghliutenovykh retseptur. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky / Khersonskiy derzhavnyi ahrarno-ekonomichnyi universytet*. Kherson, №. 5. pp. 38–44.
 2. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Ghorach O.O. (2021) Novi tendenciji ta osoblyvosti vyrobnyctva picy v suchasnykh umovakh [New trends and features of pizza production in modern conditions]. *Proceedings of the Tekhnichne zabezpechennja innovacijnykh tekhnologij v aghropromyslovomu kompleksi* : Materialy III Mizhnarodnoji naukovo-praktyčnoji konferenciji (Ukraine, Melitopolj : TDATU, 2021) Melitopolj : TDATU, pp. 303–306.
 3. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Ghorach O.O. (2021) Suchasnyj stan vyrobnyctva, jakistj ta bezpeka khlibobulochnykh vyrobiv [The current state of production, quality and safety of bakery products]. *Suchasna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku* : materialy IV Vseukrajinskoji naukovo-praktyčnoji konferenciji molodykh vchenykh z naghody Dnja pracivnyka siljskogho ghospodarstva (Ukraine, Kherson, 17 November 2021) Kherson, pp. 315–319. <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7315>
 4. Ukrainska spilka tseliakii [Ukrainian Celiac Union]. URL: <https://celiac.org.ua>
 5. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Ghorach O.O. (2021) Analiz vyrobnyctva bezghljutenovoji produkciji funkcionalnogho 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. URL: <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>
-

УДК 664.696.959.5(06)
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.8>

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ЕКСТРУДАТІВ НА ОСНОВІ КРУП'ЯНОЇ СИРОВИНИ

Дзюба Н. А. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування
Одеського національного технологічного університету
ORCID ID: 0000-0001-6609-3965
Scopus-Author ID: 57193135605
Researcher ID: 2203711

Буняк О. В. – аспірант кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування
Одеського національного технологічного університету
ORCID ID: 0000-0003-2643-1223

Великої популярності в Україні набувають продукти підвищеного ступеня готовності (мюслі, сухі сніданки, супи-пюре, продукти групи «інстант» тощо), тобто продукти, що не потребують глибокої кулінарної обробки перед вживанням. Вони прості та зручні у використанні, приготування страви з них не вимагає докладати значних зусиль та часу для їх приготування. Перспективною технологією, що забезпечує істотну інтенсифікацію виробничих процесів, є екструзійна обробка крохмалевмісної сировини, що дозволяє отримувати продукти харчування, повністю готові до вживання (закусочні продукти, сухі сніданки, пластівці і т. д.), продукти швидкого приготування.

Екструзійна обробка є одним з найбільш прогресивних видів технології в сучасній харчовій промисловості. Переваги екструзії полягають у тому, що вона максимально зберігає біологічно активні речовини сировини, що переробляється, замінює складне устаткування і багато періодичні процеси на безперервні. Сучасні екструзійні технології дозволяють створювати продукти заданого хімічного складу, цілеспрямовано змінювати структуру і технологічні властивості вироблюваної продукції, вводити необхідні біологічно активні компоненти, що додають продукту функціональні властивості.

Основною сировиною для виробництва екструдованих продуктів є кукурудза, пшениця, просо, ячмінь, рис та продукти їх переробки. А використання екструдованого борошна виготовленого із екструдатів дає можливість отримати високозасвоюваний та швидкокорозчинний продукт. На підставі аналізу біохімічного складу різної зернової сировини і отриманих екструдованих продуктів, визначення органолептичних показників якості нами обґрунтовано вибір сировини, дозування, оптимальні умови отримання екструдатів та їх рецептуру. Розроблені екструдати можуть бути рекомендовані для застосування підлітками, дітьми, дієтичному харчуванні та споживанні інших верств населення.

Ключові слова: екструдат, перетравлюваність, безпечність продуктів.

Dzyuba N. A., Buniak O. V. Study of the safety of grain-based extrudate

A promising technology that provides a significant intensification of production processes is the extrusion of starch-containing raw materials, which allows you to get food that is completely ready to eat (snacks, breakfast cereals, cereals, etc.), fast food. Based on the analysis of the biochemical composition of various grain raw materials and extruded products, determination of organoleptic quality indicators, we have substantiated the choice of raw materials, dosage, optimal conditions for obtaining extrudates and their recipe. A promising technology that ensures a significant intensification of production processes is the extrusion processing of starch-containing raw materials, which allows you to obtain food products that are completely ready for consumption (snacks, breakfast cereals, cereals, etc.), quick-cooking products.

Extrusion processing is one of the most progressive types of technology in the modern food industry. The advantages of extrusion are that it maximally preserves the biologically active substances of the processed raw materials, replaces complex equipment and many periodic processes with continuous ones. Modern extrusion technologies make it possible to create products of a given chemical composition, to purposefully change the structure and technological pro-

erties of manufactured products, to introduce the necessary biologically active components that add functional properties to the product.

The main raw materials for the production of extruded products are corn, wheat, millet, barley, rice and their processing products. And the use of extruded flour made from extrudates makes it possible to obtain a highly digestible and fast-dissolving product. The developed extrudates can be recommended for use by adolescents, children, dietary nutrition and consumption by other segments of the population.

Key words: *extrudate, digestibility, product safety.*

Вступ. За останні роки в Україні простежується зростання споживання населенням круп'яних продуктів. Широкий попит у населення мають рисові, гречані, вівсяні, кукурудзяні крупи і вироблені з них круп'яні продукти, а також зернові продукти швидкого приготування або готові до вживання (сухі сніданки, екструдовані зернові продукти, снеки спучені зернові).

Постановка проблеми. Зміни в ритмі життя сучасної людини, особливо працездатного сегмента, не дозволяють на готування їжі витратити багато часу. Як наслідок, виникає підвищений інтерес до їжі, що не потребує кулінарної доробки або готової до вживання. Одним зі способів угамування голоду «на ходу» є вживання сухих сніданків, вироблених із зерна злакових культур. Довгий час до сухих сніданків існувало упереджене відношення – вони сприймалися як десерт, а не як серйозна їжа, що може задовольнити потреби організму у всіх необхідних нутрієнтах. Сухі сніданки для багатьох стають традиційною ранковою їжею, які вживають із молоком, соками або бульйонами. Їх вживання дозволить зекономити час, нормалізувати травлення та роботу ферментної системи організму [1, 2].

Кукурудза займає провідне місце серед основних зернових культур у світовому сільськогосподарському виробництві. В Україні харчова промисловість пов'язана з переробкою головним чином розлусної та цукрової кукурудзи, хоча зубоподібні та кремєністі її підвиди є не менш цінними, особливо для виготовлення різних видів круп [3; 4; 5].

Комбіновані продукти являють собою суміші харчових продуктів, що містять незамінні компоненти харчування у взаємодоповнюючому співвідношенні. Роботи по отриманню продуктів харчування з необхідною харчовою цінністю спрямовані на підвищення харчової цінності рослинних продуктів і, перш за все, продуктів переробки зернових культур. Ця обставина обумовлена провідною роллю зернових в якості джерела білка і енергетичних компонентів харчування людини.

Джерелом біологічно цінного рослинного білка є ряд зернових та зернобобових круп'яних культур. Однак в нативному стані вони володіють низькими функціональними і споживчими властивостями. Крім того, їх білки містять антипоживні речовини – інгібітори трипсину і хімотрипсину, що знижують активність протеолітичних ферментів і перетравлюваність білків. Тому для харчового і кормового використання всі зернові і зернобобові культури потребують попередньої технологічної обробки. Аналогічна обробка необхідна і круп'яних культур при використанні їх для виробництва швидко розварюваних круп або готових закусок, які називаються зазвичай сухими сніданками [6].

Встановлено, що для підвищення харчової, в т.ч. і біологічної цінності, споживчих властивостей круп'яних культур найбільший інтерес представляє екструзійна (гідротермомеханічна) обробка зерна. Екструзійна обробка дозволяє отримувати білково-полісахаридну сировину без антипоживних речовин, використання якої дає можливість виготовляти широкий асортимент продуктів харчування з підвищеною харчовою і біологічною цінністю. Використання екструзійної технології дозволяє переробляти кілька видів круп'яної сировини для отримання

одного продукту з заданими харчовими властивостями. Екструдовані продукти мають привабливий зовнішній вигляд, ніжну консистенцію, пористу структуру. Продукти не вимагають додаткової кулінарної обробки і користуються високим попитом серед населення країн всього світу [7]. Втрати поживних речовин в ході екструзійної обробці незначні внаслідок короткочасності термомеханічних впливів і замкнутості оброблюваної системи.

З метою підвищення харчової й біологічної цінності, а також для покращення сенсорних показників до складу екструдованих продуктів додають білкові добавки тваринного походження [8; 9]. Новим напрямком в технології термопластичної екструзії є поєднання білків рибної сировини і різноманітної рослинної сировини (зерно, овочі, фрукти). Екструзію також використовують для збереження вмісту антиоксидантів і кольорових властивостей екструдованих продуктів, отриманих з пурпурової картоплі і жовтого борошна гороху з використанням двошнекового екструдера [10].

Відома технологія отримання м'ясо-рослинних екструдованих продуктів, де в якості м'ясної сировини використовували вторинну м'ясну сировину – субпродукти (легені, рубець, селезінка, серце, нирки та ін.), масу механічної дообвалки кісток худоби та птиці, плазму крові. В якості рослинної сировини виступали борошно кукурудзяне і пшеничне, крупа гречана і вівсяна [11]. Однак, не було досліджено вплив вибраної сировини на якісні та санітарно-показові показники при зберіганні.

Запропонована рецептура і технологія отримання рибо-рослинних кріпсів. Рибна основа сухих сніданків була представлена сухою масою з тушок ставриди, хека та путасу, попередньо розроблених і висушених способом сублімаційної сушки. Іншими компонентами були кукурудзяна крупа, рослинна олія, цукрова пудра, екстракт чаю, сіль. В результаті отримали масу з морожених тушок риби, висушеного філе (фарш) ставриди, хека, путасу, з додаванням кукурудзяної крупки, рослинної олії, цукрової пудри, таніно-катехінового комплексу, лимонної кислоти, вітаміну С, солі та ароматизаторів. У всіх розроблених екструдатах співвідношення білків, жирів і вуглеводів було близьким до оптимального [12]. Використання олії призводить до прогоркання продукту при тривалому зберіганні, і смакові показники втрачаються вже через три місяці зберігання в картонній упаковці.

Розроблено технологію отримання екструдованих продуктів на основі рибо-рослинної сировини [13], основними компонентами виступили крупи: кукурудзяна, рисова, горохова, а також висушена маса з малоцінної риби, в якості допоміжних інгредієнтів використовували цукор, сіль, лимонну кислоту, ванілін, корицю та ін. Встановлено, що рибний компонент (6...10%) в якості наповнювача підвищує харчові властивості продукту.

Хвороби хрящів: артрити і артрози суглобів, руйнування міжхребцевих дисків в хребті є розповсюдженим хронічними захворюваннями в світі. Сучасні лікарські засоби в основному спрямовані переважно на зменшення болю і підвищення рухливості суглобів. Широке поширення набули нутріцевтичні препарати, що містять гідролізат колагену, гіалуронову кислоту, глюкозамін, хондроїтін сульфат, вітамін С. В даний час промислово оброблені гідробіонти являють собою джерело білка високої біологічної цінності, який за структурою нагадує тваринний [14].

Таким чином, проводяться дослідження з використання у складі екструдованих зернових продуктів різних видів добавок тваринного та рослинного походження, а також м'яса гідробіонтів з метою розширення асортименту продуктів функціонального призначення та підвищеної харчової і біологічної цінності.

Тому є перспективним розширення асортименту екструдованої продукції за рахунок надання їй збалансованості, підвищенню вмісту білка за рахунок введення до рецептури гідролізатів рибного колагену.

Метою дослідження є вивчення фармакологічного впливу екструдованих продуктів на основі кукурудзи на живі організми.

Виклад основного матеріалу. Партію екструдатів, яку досліджували, щодо нешкідливості даного продукту було вироблено в лабораторних умовах кафедри Технології ресторанного і оздоровчого харчування Одеського національного технологічного університету.

Першим етапом складання рецептури екструдатів було проведення порівняльного аналізу макронутрієнтного складу зернобобової сировини, що є національними культурами та широко розповсюджені на теренах України (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльний склад основних макронутрієнтів в зернобобовій сировині

Культура	Вода, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г		Клітковина, г	Зола, г	Енергетична цінність, ккал
				моно- та дисахариди	крохмаль			
Кукурудза цукрова	12,10	11,80	7,50	22,60	34,30	1,80	1,10	86,00
Кукурудза зубовидна	13,60	13,30	5,00	1,70	60,50	2,20	1,30	320,00
Ячмінь голозерний	13,00	12,60	1,41	1,70	36,20	1,04	1,53	288,00
Рис	13,40	7,40	2,30	1,20	55,40	9,30	3,60	303,00
Гречка	14,00	11,40	3,10	1,80	53,80	2,01	2,10	308,00
Горох	14,00	21,50	2,00	4,50	44,30	6,58	3,21	298,00
Сочевиця	14,00	23,20	3,10	2,90	39,80	4,50	3,48	295,00

Для збагачення екструдованих зернових продуктів білковою фракцією до їх рецептурного складу було введено гідролізат колагену. Метою оптимізації рецептур нових екструдованих зернових продуктів стало визначення оптимального їх співвідношення таким чином, щоб співвідношення білку до вуглеводів становив 1:4,0 при максимальному вмісті білка. Обмеження на рецептурний склад інгредієнтів наведено в таблиці 1. Математична модель була побудована за системою

Таблиця 2

Композиційний склад розроблених екструдатів

Сировина	Кількість сировини, г			
	«Кукурудзянка»		«Кукурудзянка +»	
	брутто	нетто	брутто	нетто
Крупа з цукрової кукурудзи	65,0	62,4	58,2	55,0
Крупа рисова	16,0	15,2	20,0	19,2
Крупа з голозерного ячменю	16,8	16,0	15,8	15,0
Корінь солодки	1,8	1,8	1,8	1,8
Морква бланшована	5,9	4,6	5,1	4,0
Гідролізат колагену	0,0	0,0	5,1	5,0

рівнянь [15; 16]. Композиційний склад екструдатів отриманий за допомогою математичного моделювання наведено в таблиці 2.

На підставі проведених досліджень була запропонована технологічна схема виробництва кукурудзяно-рисово-ячмінних екструдатів, що включає наступні етапи: підготовка компонентів сировини; подрібнення крупи; зволоження і відволоження крупи; дозування і змішування крупи, а при необхідності внесення смакових компонентів; екструзія; охолодження і контроль екструдатів; фасування і упаковка.

Слід відзначити, що розроблені продукти відрізняються досить високим вмістом всіх основних, необхідних для організму людини мікронутрієнтів [15; 16].

Аналіз кінетики процесу ферментативного гідролізу, проведений в лабораторії кафедри Технології ресторанного і оздоровчого харчування ОНТУ (рис. 1). Перевагою розроблених екструдованих зернових продуктів є високий вміст білку з високим ступенем засвоюваності.

Як видно з рис. 1, ступінь перетравності білка дослідних зразків за час ферментативного впливу становить 85,2 та 83,5% відповідно для «Кукурудзянки» та «Кукурудзянки+» через 8 годин інкубування. Подальше інкубування показало незначний ріст перетравлюваності. Так, за 9 годин інкубування, перетравлюваність «Кукурудзянки» та «Кукурудзянки+» збільшилось лише на 0,35 та 0,36% відповідно порівняно з показниками перетравлюваності за 8 годин. Деяко повільніше перетравлення кукурудзяних паличок «Кукурудзянка+» порівняно із «Кукурудзянкою», що обумовлено введенням до їх складу гідролізату колагену і складає близько 2%.

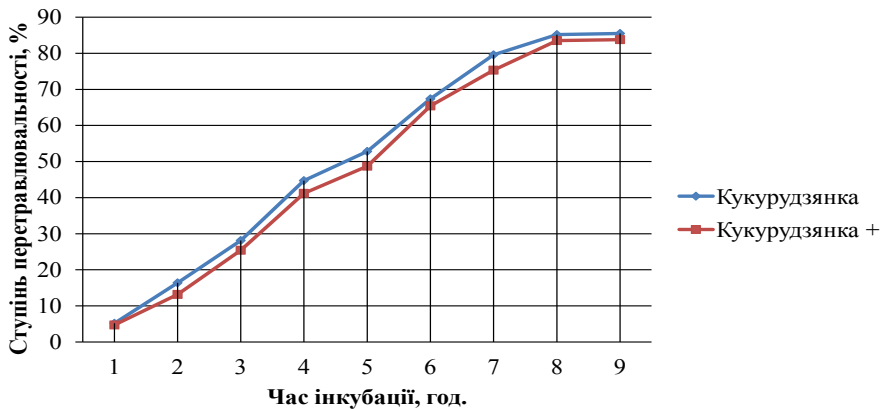


Рис. 1. Кінетика перетравлювання білків кукурудзяних паличок у системі «пепсин-трипсин» (invitro)

На основі проведених мікробіологічних досліджень встановлено, що при зберіганні розроблених екструдатів в нерегульованих умовах, дані продукти мають досить непогані кількісні та якісні показники. Рекомендований термін зберігання 6 місяців при температурі повітря $(18 \pm 2)^\circ$ та відносній вологості не більше 75%.

Дослідження впливу кукурудзяних паличок на живих організмах проведено в лабораторії біохімії Державної установи «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії національної академії медичних наук України» м. Одеса. Нешкідливість екструдату, досліджували на 13 білих лабораторних щурах (самки) лінії

Вістар, віком 2,5 місяці, середньою масою 155,8 г на початок експерименту. Тварини містилися у стандартних умовах віварію, корм отримували *ad libitum*. Експеримент проводили з дотриманням основних положень Конвенції Ради Європи щодо охорони хребетних тварин, що використовуються в експериментах та інших наукових цілях, від 18.03.1986 року, Директиви ЄС № 609 від 24.11.1986 року, Наказ МОЗ України № 66 від 13.02. Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 21.02.2006 № 3447-IV.

Усіх тварин поділили на дві групи: I – контроль (стандартний комбікорм віварію, 6 тварин); II – досліджувана (комбікорм + екструдат 1:1, 7 тварин). Контроль маси тіла щурів проводили щотижня. Виведення з експерименту здійснювали на 34-й день під тіопенталовим наркозом шляхом розтину магістральних судин. Проводили забір крові для загального аналізу (вміст гемоглобіну, кількість лейкоцитів, кількість еритроцитів), збирали кров для відділення сироватки, в якій визначали активність каталази, аланінамінотрансферази, лужної фосфатази, вміст тригліцеридів та малонового діальдегіду. Отримані результати фармакологічного дослідження наведено у табл. 3-5.

Як видно з даних, наведених у табл. 3-5, початкова середня маса щурів у контрольній та дослідній групах була однаковою. Через місяць абсолютний приріст маси тіла щурів контрольної групи становив $34,3 \pm 2,3$ г, а у щурів, які отримували добавку екструдату – $45,1 \pm 2,3$ г, що достовірно вище за показник у контрольній групі ($p < 0,01$). Відносний приріст маси був також достовірно вищий у групі щурів, які отримували екструдат, на 5,8% ($p < 0,05$). Встановлене збільшення абсолютного та відносного приросту маси щурів дослідної групи свідчить про позитивний вплив екструдату на стан тварин (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка зміни маси тіла щурів

Групи щурів	Початок експерименту, (0 доба.), г	Кінець експерименту, 32 доба., г	Приріст маси тіла абсолютний, г	Приріст маси тіла відносний, %
Група 1	153,8±10,9	188,2±11,4	34,3±2,3	22,8±1,9
Група 2	157,7±4,2	202,9±5,7	45,1±2,3 $p < 0,01$	28,6±1,3 $p < 0,05$

Примітка: p – достовірність щодо показника інтактної групи.

У таблиці 4 наведено результати загального аналізу крові щурів. Отримані результати свідчать про відсутність негативного впливу введення в раціон щурів екструдату на основні гематологічні параметри тварин, а отже, характеризують нешкідливість екструдату.

Таблиця 4

Показники загального аналізу крові щурів, які отримували добавку екструдату до стандартного раціону

Групи крис	Лейкоцити, Г/л	Еритроцити, Т/л	Гемоглобін, Г/л
Група 1	8,25±0,42	6,84±0,27	160,50±8,73
Група 2	7,98±0,25 $p > 0,6$	6,86±0,18 $p > 0,6$	153,25±9,18 $p > 0,6$

Примітка: p – достовірність щодо показника інтактної групи.

Результати дослідження сироватки крові щурів узагальнено у табл. 5 Основні «печінкові» маркери, активність аланінамінотрансферази (АлАТ) та лужної фосфатази, а також рівень тригліцеридів характеризують функціональну активність печінки. Як показало дослідження цих параметрів у сироватці крові, активність АлАТ, лужної фосфатази та вміст тригліцеридів не мали суттєвої різниці між групами щурів, які довго отримували добавку екструдату, та контрольних тварин, яких годували стандартним раціоном віварію (табл. 5). Це свідчить про відсутність негативного впливу екструдату на функціональний стан печінки – основний метаболічний орган тварин.

Таблиця 5

Показники сироватки крові щурів

Групи щурів	Група 1	Група 2
Вміст тригліцеридів, ммоль/л	0,355±0,010	0,350±0,031, p>0,8
Активність АлАТ, мккат/л	0,350±0,015	0,354±0,018, p>0,8
Активність каталази, мкат/л	0,183±0,023	0,248±0,012, p<0,02
Активність лужної фосфатази, мккат/л	1,005±0,107	1,103±0,078, p>0,5
Вміст МДА, ммоль/л	0,57±0,03	0,62±0,05, p>0,4

Примітка: p – достовірність щодо показника інтактної групи.

Рівень малонового діальдегіду (МДА) в сироватці крові характеризує ступінь перекисного окислення ліпідів, як підвищення – наявність оксидативного стресу в організмі, який супроводжує практично всі патологічні стани та інтоксикації. Як видно з наведених даних у табл. 5, цей показник не зазнав істотних змін у сироватці крові щурів, які отримували екструдат у складі раціону (p>0,4), що додатково підтверджує нешкідливість тривалого застосування екструдату.

Єдиним показником, що змінився у сироватці крові тварин дослідної групи, зареєстрована каталаза, активність якої збільшилася на 35,5% (p<0,02). Оскільки каталаза належить до основних ферментів антиоксидантного захисту та бере участь у розщепленні перекису водню до води та кисню, можна зробити висновок про здатність тривалого застосування екструдату підвищувати рівень антиоксидантного захисту організму у тварин дослідної групи (табл. 5).

Висновки. На підставі отриманих результатів проведеного експериментального дослідження, можна констатувати, що введення до раціону лабораторних щурів екструдату у співвідношенні 1:1 не викликає токсичних, негативних та побічних ефектів при тривалому застосуванні. Крім того, використання екструдату у складі раціону призводить до помірного збільшення приросту зростаючих тварин і має антиоксидантні властивості, підвищуючи активність антиоксидантного захисту, а значить і неспецифічної резистентності організму. Отримані результати свідчать про нешкідливість розробленого екструдату та розробленої технології та дають підставу для можливості його застосування у технології харчування на підприємствах сфери Ногеса та харчової промисловості в якості основи або заміни частини основи при виготовленні кулінарних виробів та продуктів широкого вжитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2017 рік / Укр. ін-т стратег. дослідж. МОЗ України ; редкол. : П. С. Мельник [та ін.]. Київ : Медінформ, 2018. 458 с.
2. Технология экструзионных продуктов/ А.Н. Остриков та ін. СПб.: Проспект науки, 2007. 202 с.
3. Brennan M.A., Derbyshire E., Tiwari B.K., Brennan C.S. Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. *International Journal of Food Science & Technology*. 2013. V. 48, № 5. P. 893–902.
4. Кисельов К. Ю. Статистичне вивчення споживання продуктів харчування населення України : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.10 / Національна академія статистики, обліку та аудиту, 2016. 201 с.
5. Рудавська Г. Б., Анненкова Н. Б. Класифікація продуктів екструзійної технології та можливості розширення їх асортименту. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць ХДУХТ. Харків, 2006. С. 264–271.
6. Кизатова М.Ж., Изтаев А.И. Научные основы обработки зерна кукурузы для его воспроизводства и промышленной переработки : учебное пособие. Алматы : Алейрон, 2006. 198 с.
7. Позднякова О.В., Матюшев В.В., Аникиенко Т.И. Биохимия зерна, продуктов его переработки и комбикормов : учебное пособие. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2009. 200 с.
8. Зерно и зернопереработка / под общ. ред. Н.П. Черняева. СПб. : Профессия, 2006. 336 с.
9. Карпенко П.О., Притульська Н.В., Кравченко М.Ф. та ін. Оздоровче харчування : навч. посіб. / за ред. П.О. Карпенко. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. 628 с.
10. Буняк О. В. Фактори, які впливають на формування якості зернових продуктів. Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві. Тези доп. Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Харків : ХДУХТ, 14–16 листопада 2012. С. 212.
11. Layered cereal bars and their methods of manufacture: pat. 1886582 EITB: МПК А 23 L 1/03.; заявл. 12.12JXL опубл. 7.10.08; НПК 426/93.
12. Snack convenience foods and the like having external and / or internal coating compositions: pat. 7294355 CHIA: МПК А 23 В 9/14. № 10/170964; заявл. 13.06.02; опубл. 13.11.07; НПК 426/302.
13. Plate, A.Y.A., Gallaher D.D. The potential health benefits of com components and products. *Cereal Foods World*. 2005. V. 50(6). С. 305–311.
14. Спосіб одержання колагенового препарату: пат. 79357. Україна: МПК (2006.01) А23J 1/04 № 79357; заявл. 13.08.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.
15. Dzyuba N., Bunyak O., Bilenka I. Development of the recipe of corn sticks based on sugar corn grain and determination of their quality parameters. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. I. 3. P. 35–40.
16. Dzyuba N., Bunyak O., Sots S., Bilenka I. Development of The formulation For extruded Products based On sugar corn Grain and Determining their Quality indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* ISSN 1729-3774 / 3/11 (99) 2019 P. 60–69.

REFERENCES:

1. Ukr. in-t. strateh. doslidzh., MOZ Ukrainy (2015) *Shchorichna dopovid pro stan zdorovia naseleння Ukrainy ta sanitarno-epidemichnu sytuatsiiu ta rezultaty diialnosti systemy okhorony zdorovia Ukrainy* [Annual report on the state of health of the population, the sanitary-epidemic situation and the results of the health care system of Ukraine. 2017 year], Kyiv, Ukr. in-t. strateh. doslidzh., MOZ Ukrainy, pp. 453.
2. Ostrykov A.N., Mahomedov H.O., Derkanosova N.M., Vasylenko V.N., Abramov O.V. (2007) *Tekhnolohyia ekstruzyonnikh produktov* [Technology of extrusion products]. SPb. : Prospekt nauky, p. 202 (in Russian).
3. Brennan M.A. (2013) Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. *International Journal of Food Science & Technology*. vol. 48, no 5. pp. 893–902.
4. Kyselov K. Yu. (2016) *Statystychne vyvchennia spozhyvannia produktiv kharchuvannia naseleння Ukrainy* [Statistical study of food consumption of the population of Ukraine] (PhD Thesis). Kyiv : National Academy of Statistics, Accounting and Auditing.
5. Rudavska H. B., Annienkova N. B. (2006) Klasyfikatsiia produktiv ekstruziinoi tekhnolohii ta mozhlyvosti rozshyrennia yikh asortymentu [Classification of products in extrusion technology and the possibility of expanding their range]. Proceedings of the Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli : zb. nauk.pr. KhDUKht. Kharkiv, pp. 264–271.
6. Kyzatova M.Zh., Yztaev A.Y. (2006) *Nauchnie osnovi obrabotky zerna kukuruzy dlia eho vosproyvodstva y promishlennoi pererabotky: uchebnoe posobye* [Scientific basis for the processing of corn grain for its reproduction and industrial processing: a textbook]. Almati : Aleiron, pp. 198 p. (in Kasahstan).
7. Pozdniakova O.V., Matushev V.V., Anykyenko T.Y. (2009) *Byokhymyia zerna, produktov eho pererabotky y komybkormov: uchebnoe posobye* [Biochemistry of grain, products of its processing and animal feed: textbook]. Krasnoiarsk : Krasnoiarskyi hosudarstvennii ahrarnii unyversytet, pp. 200 (in Russian).
8. Khosny R.K. (2006) *Zerno y zernopererabotka* [Grain and grain processing] Pod obshch. Red. N.P. Cherniaeva. SPb. : Professyia, pp. 336 (in Russian).
9. Karpenko P.O., Prytulska N.V., Kravchenko M.F. ta in. (2019) *Ozdorovche kharchuvannia: navch. Posib* [Healthy Eating: Heading Guide]. za red. P.O. Karpenko. Kyiv : Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t, pp. 628 (in Ukraine).
10. Bunyak O. V. (2012) Faktory, yaki vplyvaiut na formuvannia yakosti zernovykh produktiv [Factors that are added to the molding of the quality of grain products]. Proceedings of the Innovatsiini tekhnolohii v kharchovii promyslovosti ta restorannomu hospodarstvi (Ukraine, Kharkiv, November 14-16, 2012), Kharkiv: KhDUKht, pp. 212.
11. Layered cereal bars and their methods of manufacture. pat. 1886582, EITB, MPK A 23 L 1/03.; zaiavl. 12.12JXL opubl. 7.10.08; NPK 426/93.
12. Snack convenience foods and the like having external and or internal coating compositions. pat. 7294355, CHIA, MPK A23 V9/14. № 10/170964; zaiavl. 13.06.02; opubl. 13.11.07; NPK 426/302.
13. Plate A.Y.A. (2005) The potential health benefits of com components and products. *Cereal Foods World*. vol. 50. no 6, pp. 305–311.
14. Sposib oderzhannia kolahenovoho preparatu. pat. 79357. Ukraina: MPK (2006.01) A23J 1/04. № 79357; zaiavl. 13.08.2012; opubl. 25.04.2013, Biul. № 8.
15. Dzyuba N., Bunyak O., Bilenka I. (2019) Development of the recipe of corn sticks based on sugar corn grain and determination of their quality parameters. *EUREKA: Life Sciences*, I. 3. pp. 35–40.
16. Dzyuba N., Bunyak O., Sots S., Bilenka I. (2019) Development of The formulation For extruded Products based On sugar corn Grain and Determining their Quality indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 3/11 (99). pp. 60–69.

УДК 663.911.1:641.85:637.146.34(045)
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.9>

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ РОЗРОБКИ ЙОГУРТОВОГО ДЕСЕРТУ

Калініна Г. П. – завідувач кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва
Білоцерківського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0002-6178-7885

Крижак Л. М. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи
Вінницького торговельно-економічного інституту
Державного торговельно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-4882-897X

Іваніщева О. А. – старший викладач кафедри туризму
та готельно-ресторанної справи
Вінницького торговельно-економічного інституту
Державного торговельно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-0500-3652

Йогурт займає значну частину на ринку молочних продуктів і готується шляхом молочнокислого бродіння молока. Відомо, що йогурт має високу поживну цінність і містить білки, жир і необхідні мінерали. Основною метою придбання молочного продукту є збереження здоров'я, а основними вимогами до якісного молочного продукту – функціональні властивості, стійкість до зберігання та низька калорійність.

Споживання кисломолочних продуктів, особливо йогуртів, є дуже популярним не лише в Україні, а й в усьому світі. Тому збагачення складу даної категорії продукції є досить актуальним.

Задля поліпшення смакових властивостей, високої харчової і біологічної цінності та густої нетекучої консистенції у виробництві йогуртів використовують широкий спектр смакових добавок, наповнювачів, ароматизаторів, стабілізаторів.

Внесення рослинної сировини в йогурт дозволить не лише розширити асортимент, а й застосовувати даний продукт у різних харчових раціонах, у тому числі для профілактики певних видів захворювань, покращення роботи шлунково-кишкового тракту, фізіологічних процесів в організмі людини та запобігання передчасному старінню організму.

Зернові продукти, особливо ті, що отримані з пшениці та кукурудзи, є основними джерелами енергії для людей у світі. Проте, оброблені зернові культури мають дефіцит незамінних амінокислот. Серед харчових продуктів рослинного походження горіхи, як підтверджено епідеміологічними та/або клінічними дослідженнями, відіграють сприятливу роль для здоров'я людини у профілактиці кількох захворювань, таких як гіпертонія, діабет і рак. Фісташки характеризуються меншим вмістом жиру та енергії, ніж інші горіхи, але вміст деяких вітамінів і певних мінералів є найвищим. Крім того, фісташки багаті на лізин.

У статті проведено аналітичний огляд хімічного складу та властивостей рослинної сировини з подальшою метою розробки йогуртового десерту. В якості дослідного матеріалу використано тонкодисперсний порошок на основі рослинної сировини – фісташкове борошно. Збагачення йогуртів рослинною сировиною дозволить забезпечити продукт білками, жирами, складними полісахаридами, вітамінами та мінеральними речовинами рослинного походження.

Ключові слова: йогурт, йогуртовий десерт, властивості, рослинна сировина, фісташкове борошно.

Kalinina H. P., Kryzhak L. M., Ivanishcheva O. A. Rationale for the choice of plant raw materials for the development of yogurt dessert

Yogurt occupies a significant part of the dairy products market and is prepared by lactic acid fermentation of milk. It is known that yogurt has high nutritional value and contains proteins, fat and essential minerals. The main purpose of buying a dairy product is to maintain health, and the main requirements for a quality dairy product are functional properties, storage stability and low calorie content.

Consumption of fermented milk products, especially yoghurts, is very popular not only in Ukraine but also all over the world. Therefore, the enrichment of the composition of this category of products is quite relevant.

In order to improve the taste properties, high nutritional and biological value and thick non-flowing consistency in the production of yoghurts, a wide range of flavorings, fillers, flavors, stabilizers are used.

The introduction of vegetable raw materials in yogurt will not only expand the range, but also use this product in various food rations, including for the prevention of certain types of diseases, improving the functioning of the gastrointestinal tract, physiological processes in the human body and preventing premature aging.

Cereal products, especially those derived from wheat and corn, are the main sources of energy for people in the world. However, processed cereals are deficient in essential amino acids. Among the foods of plant origin, nuts, as confirmed by epidemiological and/or clinical studies, play a beneficial role for human health in the prevention of several diseases such as hypertension, diabetes and cancer. Pistachios are characterized by lower fat and energy content than other nuts, but the content of some vitamins and certain minerals is the highest. In addition, pistachios are rich in lysine.

The aim of the study is an analytical review of the chemical composition and properties of plant raw materials with the further aim of developing a yogurt dessert. A fine powder based on vegetable raw materials – pistachio flour – was used as a test material. Enrichment of yoghurts with vegetable raw materials will provide the product with proteins, fats, complex polysaccharides, vitamins and minerals of plant origin.

Key words: yogurt, yogurt dessert, properties, vegetable raw materials, pistachio flour.

Постановка проблеми. В останні десятиліття споживачі все більше і більше усвідомлюють, які харчові компоненти додано у виробництві харчової продукції. Тому і почали робити свій якісний харчовий вибір, віддаючи перевагу здоровій їжі.

Зараз ми живемо в епоху, коли більшість людей переконалися, що деякі продукти сприяють здоров'ю, а інші спричиняють розвиток хвороби та в кінцевому рахунку призводять до смерті. Зокрема, висококалорійні продукти сприймаються як нездорові, тоді як низькокалорійні навпаки вважаються здоровими. З цієї причини попит на рослинну сировину постійно зростає. Загалом, враховуючи деякі застереження, рослинна їжа має ряд позитивних впливів на організм людини.

Збагачення харчових продуктів є найважливішою стратегією, яка використовується в різних виробництвах. Ця практика має довгу історію використання в промислово розвинутих країнах для успішного контролю дефіциту вітамінів А і D, кількох вітамінів групи В (тіаміну, рибофлавіну та ніацину), йоду та заліза. З початку 1940-х років збагачення зернових продуктів тіаміном, рибофлавіном і ніацином стало звичайною практикою. Останнім часом використання харчових волокон та інгредієнтів або побічних продуктів, багатих клітковиною [2], як-от суміш соєвих білків, вівсяних висівок і горохового або нутового борошна, а також борошно з бобів фаба були досліджені для покращення споживчих властивостей хліба. Ці бобові багаті на лізин і мають дефіцит сірковмісних амінокислот, тоді як білки зернових мають дефіцит лізину, але мають достатній рівень сірчаних амінокислот.

З огляду на існуючі розробки технологій збагачених йогуртів та десертів на їх основі, прогнозоване додавання фісташкового борошна у рецептури може визначити нову лінію функціональних молочних виробів, особливо відмінних від тих, які зазвичай отримують шляхом додавання борошна. Встановлення хімічного

та амінокислотного складу фісташкового борошна з послідуочим використанням у виробництві йогуртових десертів є актуальною проблемою та відображається у даному аналітичному дослідженні.

Метою статті є дослідження потенційно нового підходу до використання фісташкового борошна у молочній промисловості. Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- науково обґрунтувати та експериментально підтвердити можливість використання фісташкового борошна у виробництві йогуртових десертів;
- дослідити амінокислотний та хімічний склад фісташкового борошна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукове обґрунтування та розроблення конкурентоспроможної технології продукції складного сировинного складу є актуальним завданням, розв'язання якого дозволить розширити асортимент комбінованих харчових продуктів із підвищеною харчовою і біологічною цінністю та одержати продукцію із заданими функціональними властивостями.

Значний внесок у вирішення фундаментальних питань створення харчових продуктів складного сировинного складу як засобу профілактики та ліквідації дефіциту мікронутрієнтів надали дослідження таких вітчизняних та зарубіжних учених: О.О. Грінченко, А.Б. Горальчука, А.М. Дорохович, І.Ю. Жигаленко, А.В. Зіolkовської, П.О. Карпенка, М.Б. Колесникової, В.Н. Корзуна, М.В. Кравченка, Г.М. Лисюк, Л.П. Малюк, Л.М. Мостової, Н.Я. Орлової, М.І. Пересічного, П.П. Пивоварова, Н.В. Притульської, Г.Б. Рудавської, Т. Бровенко, Ю.В. Земліна, M.P. Ennis, J.C.F. Murrey, G.O. Phillips, W.C. Weling, P.A. Williams [5–7].

Можливість алергічної реакції на фісташкову сировину, її причини та способи нейтралізації небажаної реакції організму детально проаналізовано у роботах Costa J., Silva I., Vicente A.A., Oliveira M.B.P., López-Calleja I.M., de la Cruz S., González I., García T., Martín R. [3–4].

Нутрієнтний склад фісташкового горіха досліджено у наукових працях M.V. Salinas, G.Z. Soliman [1–2].

Незважаючи на значну кількість наукових пошуків щодо використання фісташок у рецептурах харчової продукції, застосування цієї альтернативної сировини у вигляді борошна в технологічному процесі виробництва йогуртів вивчено дуже мало і потребує подальших наукових досліджень

Виклад основного матеріалу. Фісташкове борошно отримують шляхом подрібнення ядрів горіхів. Дане борошно використовують в якості аглютенної сировини для борошняних кондитерських виробів в якості альтернативної сировини стандартному пшеничному борошну [3].

Фісташкове борошно має високий вміст білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В та харчових волокон, що чудово підходить для зниження рівня холестерину в крові людини [3]. Для порівняльної характеристики використали пшеничне борошно.

Хімічний склад фісташкового борошна наведено у таблиці 1.

Як видно з таблиці 1, фісташкове борошно містить у своєму складі у декілька разів більшу кількість таких макроелементів, як залізо, кальцій, фосфор, натрій. Крім того, майже у два рази більшу кількість білків, ніж у пшеничному борошні вищого сорту. Унікальним фісташкове борошно робить у 20 разів більший вміст ПНЖК та у 50 разів менший вміст крохмалю, що відкриває широкі можливості використання такого борошна у профілактичному та лікувальному харчуванні.

Оскільки вміст білків у досліджуваному фісташковому борошні у 2 рази більший ніж у пшеничному, то є доцільним дослідження амінокислотного складу та скору в даній сировині.

Таблиця 1

Хімічний склад фісташкового та пшеничного борошна

Найменування речовин	Вміст компонентів в 100 г сировини	
	Борошно пшеничне	Фісташкове борошно
Вода	20	3,91
Зола	0,5	2,91
Мінеральні речовини, мг		
Залізо	1,2	3,92
Калій	122,00	1025,00
Кальцій	18,00	105,00
Манган	0,57	109,00
Цинк	0,70	2,34
Натрій	2,00	6,00
Фосфор	108,00	469,00
Марганець	0,68	1,24
Харчові речовини, г		
Білки	10,80	20,95
Вуглеводи	69,90	17,21
Крохмаль	67,90	1,38
Харчові волокна	3,5	10,3
Моно- і дисахариди	1	-
Жири	1,3	45,39
Насичені жирні кислоти	0,2	5,56
Поліненасичені жирні кислоти	0,62	13,74
Вітаміни, мг		
Вітаміни β – каротин	-	0,16
Вітаміни E, α -токоферол	0,06	2,42
β -токоферол	-	0,15
γ – токоферол	-	23,56
Вітаміни групи B		
Вітамін B ₁	0,12	0,7
Вітамін B ₂	0,04	0,23
Вітамін B ₄	10,4	71,4
Вітамін B ₅	0,44	0,52
Вітамін B ₆	0,04	1,21
Вітамін B ₉	0,26	0,051
Вітамін PP, Ніацин	1,25	1,37

У порівнянні з іншою сировиною, білки фісташкового борошна мають у своєму складі значну кількість незамінних амінокислот (таблиця 2).

Висока біологічна цінність білків фісташкового борошна обумовлена вмістом незамінних амінокислот. Амінокислотний скор основних семи незамінних амінокислот фісташкового борошна перевищує скор незамінних амінокислот пшеничного борошна в середньому у 1,5-2 рази, що свідчить про підвищену біологічну цінність білка саме фісташкового борошна. Домінуючими амінокислотами, як видно з таблиці 2, є ізолейцин, лейцин, триптофан та фенілаланін. У той же час,

Таблиця 2

Амінокислотний склад білків пшениці та фісташки

Амінокислота	Шкала FAO	Борошно пшеничне		Фісташкове борошно	
		вміст, мг/100 г	СКОР, %	вміст, мг/100 г	СКОР, %
Валін	5,0	470	91	420	134
Ізолейцин	4,0	430	104	330	154
Лейцин	7,0	806	112	620	128
Лізин	5,5	250	44	260	64
Треонін	4,0	311	76	240	112
Триптофан	1,0	100	97	100	188
Фенілаланін	6,0	500	80	370	139
Замінні амінокислоти:					
Аланін		330	-	91	-
Аргінін		400	-	201	-
Аспарагінова кислота		340	-	180	-
Гістидин		200	-	50	-
Гліцин		350	-	95	-
Глутамінова кислота		3080	-	379	-
Пролін		970	-	81	-
Серин		500	-	122	-
Тирозин		250	-	41	-
Цистеїн		200	-	36	-

кількість замінних амінокислот у фісташковому борошні порівняно з пшеничним менша. Технологічно ці показники можливо вирівняти додаванням у рецептури йогуртових десертів іншої додаткової сировини.

Враховуючи амінокислотний склад фісташкового борошна, взаємозаміна ним пшеничного борошна є науково обґрунтованою та доцільною.

Висновки. На підставі проведених аналітичних досліджень встановлено, що фісташкове борошно має високий вміст важливих макро- і мікроелементів, білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В та харчових волокон, що дає підстави додавати його у рецептури йогуртових десертів з метою зниження холестерину в крові людей при хворобах серцево-судинної системи, зокрема, гіпертонії.

Таким чином, є підстави включати йогуртові десерти з використанням фісташкового борошна до групи харчових продуктів з функціональними властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Salinas M. V. et al. Nutritional ingredient by-product of the pistachio oil industry: physicochemical characterization. *Journal of Food Science and Technology*. 2021. Т. 58. №. 3. С. 921–930.
2. Soliman, G.Z. Effect of nuts (pistachio or almonds) consumption on lipid profile of hypercholesterolemic rats. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 2012, 5, 47–53.
3. Costa, J.; Silva, I.; Vicente, A.A.; Oliveira, M.B.P.; Mafra, I. Pistachio nut allergy: An updated overview. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2019, 59, 546–562.

4. López-Calleja, I.M.; de la Cruz, S.; González, I.; García, T.; Martín, R. Survey of undeclared allergenic pistachio (*Pistacia vera*) in commercial foods by hydrolysis probe real-time PCR. *Food Control* 2014, 39, 49–55.

5. Brovenko T. Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв* : наук. журнал, 2018. No 2. С. 91–94.

6. Земліна Ю.В. Технологія борошняних страв на основі нетрадиційної сировини. *Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського* : наук. журнал. Серія «Технічні науки». 2019. Том 30 (69). No 4. С. 77–82.

7. Ковтун К.С., Арпуль О.В., Протченко А.С. Використання тапіоки у десертних кремах. *Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві*: Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 12–14 листопада 2014 р. Харків, 2014. С. 35–36.

8. Йогуртовий десерт – 3 неймовірних та незвичайних рецепти. *Молочний альянс*: веб-сайт. URL: <https://milkalliance.com.ua/blog/ua/stattya/yohurtovyi-desert-neimovirnykh-ta-nezvychainykh-retsepty> (дата звернення: 24.12.2022)

REFERENCES:

1. Salinas M. V. et al. (2021). Nutritional ingredient by-product of the pistachio oil industry: physicochemical characterization. *Journal of Food Science and Technology*. T. 58. № 3. С. 921–930г [in English]

2. Soliman, G.Z. (2012). Effect of nuts (pistachio or almonds) consumption on lipid profile of hypercholesterolemic rats. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 5, 47–53 [in English].

3. Costa, J.; Silva, I.; Vicente, A.A.; Oliveira, M.B.P.; Mafra, I. (2019). Pistachio nut allergy: An updated overview. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 59, 546–562 [in English].

4. López-Calleja, I.M.; de la Cruz, S.; González, I.; García, T.; Martín, R. (2014). Survey of undeclared allergenic pistachio (*Pistacia vera*) in commercial foods by hydrolysis probe real-time PCR. *Food Control*, 39, 49–55 [in English].

5. Brovenko T. (2018). Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. *Visnyk Natsionalnoi akademii kerivnykh kadriv kultury i mystetstv: nauk. Zhurnal – Bulletin of the National Academy of Management Personnel of Culture and Arts: scientific journal*, No 2. 91–94 [in English].

6. Zemlina Yu.V. (2019). Tekhnolohiia boroshnianykh strav na osnovi netradytsiinoi syrovyny. [Technology of flour dishes based on non-traditional raw materials] *Vcheni zapysky TNU im. V.I. Vernadskoho* : nauk. zhurnal. Seriiia “Tekhnichni nauky” – *Scientific notes of TNU named after V.I. Vernadsky* : scientific journal. Series “Technical sciences”, Том 30 (69). No 4. 77–82 [in Ukrainian].

7. Kovtun K.S., Arpul O.V., Protchenko A.S. (2014). Vykorystannia tapioky u desertnykh kremakh [The use of tapioca in dessert creams]. *Innovatsiini tekhnolohii v kharchovii promyslovosti ta restorannomu hospodarstvi* : Mizhnarodna naukovopraktychna interne-konferentsiia – Innovative technologies in food industry and restaurant business: International scientific and practical Internet conference, 12–14 lystopada 2014. Kharkiv, 2014. S. 35–36 [in Ukrainian].

8. Yohurtovyi desert – 3 neimovirnykh ta nezvychainykh retsepty [Yohurtovyi desert – 3 non-ovable and unusual recipes]. *Molochnyi aliants* : veb-sait – Dairy Alliance website. URL: <https://milkalliance.com.ua/blog/ua/stattya/yohurtovyi-desert-neimovirnykh-ta-nezvychainykh-retsepty> (date of application: 24.12.2022) [in Ukrainian].

БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ

CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING

УДК 624. 151.6

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.10>

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ДЕФОРМАТИВНОСТІ РЕГУЛЬОВАНОЇ БАЛКИ ЧЕКАНОВИЧА

Чеканович М. Г. – кандидат технічних наук,
професор кафедри будівництва, архітектури та дизайну
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-9110-4109
Scopus-Author ID: 57192938389

Проаналізовані відомі у міжнародній будівельній практиці залізобетонні балки, що мають підсилення внутрішньою і зовнішньою арматурою. При цьому відзначається, що в разі зовнішнього підсилення в балках недостатньо ефективно використовується можливість перерозподілення зусиль задля підвищення їх міцності та жорсткості.

Розглянуто конструкцію залізобетонної балки підсиленої регульованою системою за патентом України №3112733 автора. Балка підсилюється зовнішньою поперечно – поздовжньою системою тяжів. Система регулює і раціонально перерозподіляє напруження і деформації в балці, які її зміцнюють.

Для оцінки ефективності роботи системи підсилення балки були виконані експериментальні лабораторні дослідження. Були виготовлені зазначені підсилені балки з регулюванням зусиль. Крім того для порівняння виготовлялися звичайні балки. Для контролю якості виготовлялися також контрольні супутні зразки бетону.

Зразки балки і зразки бетону були випробувані в будівельній лабораторії університету. За результатами випробувань навантаженням визначався напружений і деформований стан балок. Навантаження балок виконувалося традиційно в третинах прольоту двома зосередженими силами. Навантаження здійснювалося домкратом механічної дії для можливості фіксації деформованого стану.

За результатами випробувань були побудовані графіки залежності «згинаний момент-прогин» і «згинаний момент – деформації» верхньої і нижньої фібри дослідної балки. Визначено несучу здатність, міцність балок.

В результаті випробувань встановлено, що підсилені регульованою системою балки були міцнішими майже на 40% порівняно зі звичайними еталонними. Вони були більш жорсткі, мали менші прогини за однакового за величиною навантаження. Система підсилення ефективно перерозподіляла зусилля у балці.

Підсумовуючи дійшли висновку, що розглянута за патентом України регульована балка №3112733 може бути ефективною у будівництві як при новому будівництві, так і при підсиленні вже існуючих балок будівель та споруд.

Ключові слова: міцність, залізобетонна балка, підсилення, регулювання, бетон, прогин, деформації.

Chekanovych M. H. Experimental studies of the strength and deformability of the regulated Chekanovych beam

The study analyzes reinforced concrete beams known in international construction practice, strengthened with internal and external bars. At the same time, it is noted that in the case of external bars in the beams, the ability to redistribute forces to increase their strength and stiffness is not used effectively enough.

The structure of a reinforced concrete beam reinforced with an adjustable system according to the author's Ukrainian patent No. 3112733 was considered. The beam is strengthened by an external transverse-longitudinal system of ties. The system regulates and rationally redistributes stresses and deformations in the beam that strengthen it.

To evaluate the effectiveness of the beam reinforcement system, experimental laboratory studies were performed. The specified reinforced beams with force adjustment were manufactured. In addition, conventional beams were made for comparison. For quality control, control concrete samples were also produced.

Beam samples and concrete samples were tested in the construction laboratory of the university. According to the results of load tests, the stressed and deformed states of the beams were determined. Beam loading was traditionally carried out in the thirds of the span by two concentrated forces. The load was done with a mechanical jack for the possibility of fixing the deformed state.

Based on the results of the tests, graphs of the dependence "bending moment – deflection" and "bending moment – deformation" of the upper and lower fiber of the experimental beam were constructed. The bearing capacity and strength of the beams were determined.

As a result of the tests, it was found that the beams strengthened by the regulated system were stronger by almost 40% compared to the conventional reference ones. They were stiffer, had smaller deflections under the same load. The reinforcement system effectively redistributed the forces in the beam.

Summarizing, we came to the conclusion that the regulated beam according to Ukrainian patent No. 3112733 can be effective in construction both for new construction and for strengthening existing beams of buildings and structures.

Key words: *strength, reinforced concrete beam, reinforcement, regulation, concrete, deflection, deformations.*

Вступ. Балкові конструкції відносяться до масових у застосуванні в будівництві. Їх удосконалення може суттєво вплинути на результати будівництва, як в мирний час, так і повоєнний.

Регульовані та саморегульовані конструкції представляються перспективними у найближчому майбутньому. Винайдення нових систем підсилення це один із шляхів прогресу у будівництві, а експериментальне дослідження їх переваг відкриває шлях до широкого впровадження їх у практику [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі залізобетонні балки поліпшені попереднім напруженням арматури розташованої в тілі бетону [1–4] та зовні його [5; 6] задля більшої їх жорсткості та тріщиностійкості. В таких балках важко регулювати, перерозподіляти зусилля. Розроблені системи зовнішнього підсилення, що дозволяють у деякій мірі регулювати ці зусилля [7]. В них можна досягти деякого збільшення міцності конструкції [8].

Недоліками відомих балок є неможливість за допомогою натяжного елемента сприймати максимальні переміщення прогину балки в одному місці і передавати максимальні або задані величини реакції сил посилення в інших заданих місцях на балці за умови створення оптимального режиму підсилення балки, що призводить до нераціонального розподілу напружень системою посилення, невисокої міцності і значної деформативності. Розроблена нова конструкція регульованої балки [9], що в значній мірі усуває ці недоліки, але це потребує експериментальної перевірки, підтвердження, яке раніше не виконувалося.

Постановка проблеми. Оскільки відомі експериментальні дослідження міцності та деформативності залізобетонних балок не мають прямого відношення до нової регульованої балки запропонованої автором, то оцінити їх

ефективність, доцільність для застосування у виробництві і обґрунтувати майже неможливо. У зв'язку з цим експериментальні дослідження міцності та деформативності зазначеної вище регульованої балки представляється перспективною у галузі будівництва для можливості широкого впровадження їх у практику [5–9].

Метою дослідження є визначення міцності та деформативності залізобетонних балок, підсилених поздовжньо-поперечною зовнішньою сталеву арматурою, визначити вплив зовнішньої системи підсилення на несучу здатність конструкції, порівняти результати досліджень зі звичайними залізобетонними балками без зовнішнього підсилення.

Виклад основного матеріалу. Запропонована автором саморегульована балка включає залізобетонне тіло з закладними пластинами на поверхні і зтяжку, яка взаємодіє з поперечною зовнішньою похилою арматурою, закріпленою до балки, а в середній частині з натяжним елементом, що опирається на нижню грань балки. Детально конструкція балки представлена в патенті на винахід автора [6]. Для експериментальної оцінки ефективність системи підсилення були виготовлені зразки балок та супутні зразки бетону.

Для приготування бетонної суміші були використані: портландцемент зі шлаком Одеського цементного заводу ПЦ П Б – Ш – 400. (клінкер 65–79%, гранульований доменний шлак 21–35%, регулятор схоплювання – сульфат кальцію); щебінь гранітний фракції до 10 мм; пісок кварцовий з модулем крупності $M_{кр} = 3,4$; вода питна. За ступенем рухомості бетонна суміш з осадкою конуса 4 см відповідала – П-4.

Склад бетонної суміші, прийнятий для її приготування, наведений у таблиці 1.

Таблиця 1

Склад бетонної суміші, прийнятий для виготовлення зразків

Витрати матеріалів, кг/м ³ бетону			В/Ц
цемент, кг	пісок, кг	щебінь, кг	
430	650	1105	0,5

Балки бетонували двома серіями, залежно від конструкції. Серія I – БО-П-2 – звичайна залізобетонна балка довжиною 2100 мм з розмірами поперечного перерізу 200×100 мм без підсилення. Процент армування бетону складав -1,95%. Серія II – БПС-Ш-3 – залізобетонна балка таких же розмірів підсилена зовнішньою системою [9]. Процент армування бетону той же.

Форми для зразків (рис. 1) склалися зі сталевого піддону, двох поздовжніх та двох торцевих бортів. Між піддоном та бортами вкладали ущільнювач. Випробування стандартних зразків бетону виконувалося за допомогою преси гідравлічної дії П 125/62 (рис. 2).

Таблиця 2

Визначення міцності бетону руйнуючим методом

№ з/п	Розмір бетонного зразка, см	Маса зразка, кг	Руйнуюче навантаження, кгс	Міцність бетону на стиск $f_{c.cube}$, МПа
1	10x9,9x10	2,392	41520	39,84
2	9,9x10x10	2,371	33400	37,81
3	10x10x10	2,383	41100	39,04



Рис. 1. Формування дослідних балок БО-II-2 і БПС-III-3 та супутніх зразків



Рис. 2. Загальний вигляд випробування куба бетону

Результати визначення кубкової міцності бетону балок на стиск наведено у таблиці 2.

Схема випробування та загальний вигляд випробування дослідних серій балок показано на рисунках 3–6.

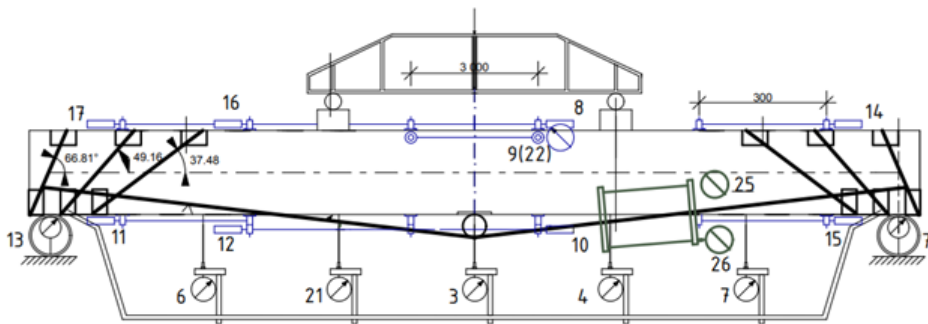


Рис. 3. Схема навантаження балки БПС-III-3



Рис. 4. Загальний вигляд випробування балки БПС-III-3



Рис. 5. Характер руйнування залізобетонної балки БПС-III-3



Рис. 6. Загальний вигляд випробування звичайної балки БО-II-2

Відповідно до традиційної методики проведення експериментальних випробувань балок були визначені деформації бетону та прогини балок. Під дією зосередженого навантаження визначалася інтенсивність росту прогинів, а також розподіл деформацій по висоті балки.

Після обробки результатів, отриманих за допомогою встановлених індикаторів годинникового типу, були побудовані графіки залежності деформацій від величини згинального моменту для звичайної не підсиленої балки БО-II-2 (рис. 7).

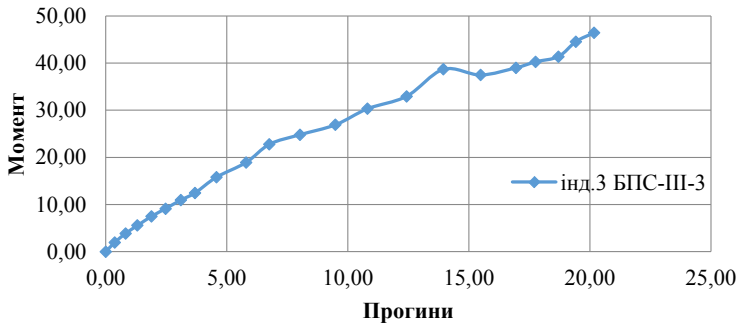


Рис. 7. Графіки залежності фібрових деформацій від згинального моменту зразків звичайної балки БО-II-2

При згинальному моменті $M = 13,1$ кН·м по центру балки з'явилася волосяна тріщина з шириною розкриття $0,015$ мм. При значенні згинального моменту $M = 25,47$ кН·м з'явилися похилі тріщини у опорних зонах балки. При величині моменту $M = 32,05$ кН·м відбулося її руйнування.

Для підсиленої балки серії БПС-III-3 на рисунку 8 наведено графіки залежності відносних поздовжніх деформацій від величини згинального моменту.

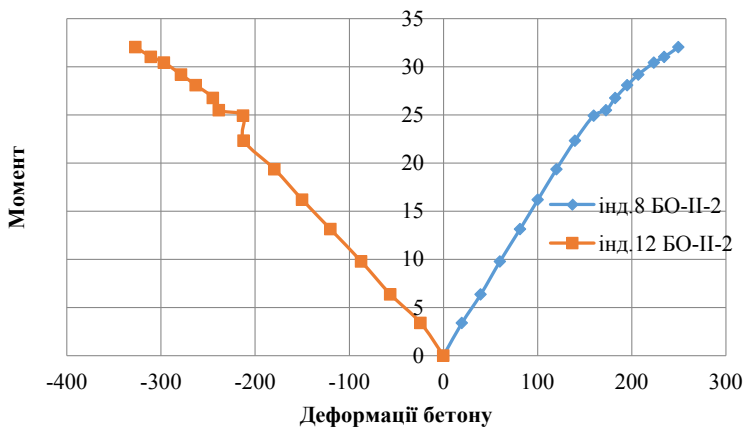


Рис. 8. Графіки залежності «згинальний момент – відносні фіброві деформації» для підсиленої балки серії БПС-III-3

Для балки БПС-III-при згинальному моменті $M = 18,95$ кН·м з'явилася волосяна тріщина по центру балки. Розшарування бетону у верхній стиснутій зоні відбулося при згинальному моменті $M = 46,42$ кН·м, що відповідало вичерпанню несучої здатності підсиленої балки.

При проведенні випробувань звичайної та підсиленої балок вимірювали прогини експериментальних зразків за допомогою індикаторів годинникового типу,

встановлених на спеціальній металевій рамці. Балки навантажували симетрично. На рисунку 9 наведено діаграму залежності «прогин – згинальний момент» для звичайної балки серії БО-ІІ-2. На рисунку 10 наведені діаграми залежності «прогин – згинальний момент» для підсиленої балки БПС-ІІІ-3. В таблиці 3 наведено експериментальні значення максимальних моментів, прогинів та відносних деформацій стиску.

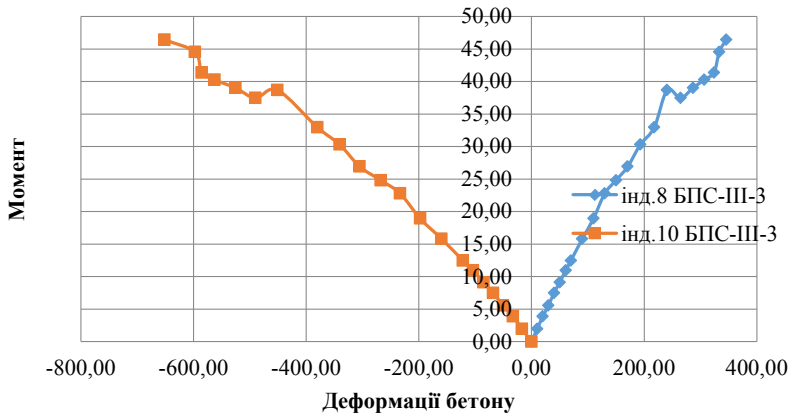


Рис. 9. Діаграма «прогин – згинальний момент» для звичайної балки БО-ІІ-2

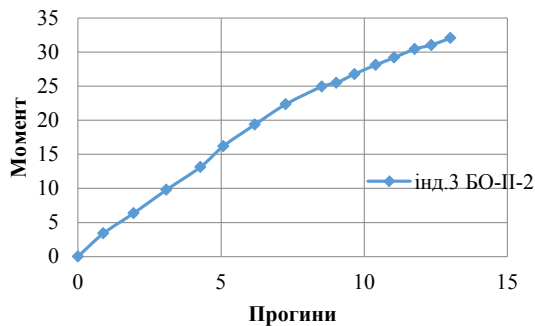


Рис. 10. Діаграма «прогин – момент» для підсиленої балки БПС-ІІІ-3

Таблиця 3

Результати випробування балок

Найменування	M_{\max} , кН·м	W_{\max} , мм	(при $M=32$ кН·м) $W_{\text{фікс}}$, мм	$\varepsilon_{cu} \times 10^{-5}$
Балка БО-ІІ-2	32,05	13,0	13,0	245
Балка БПС-ІІІ-3	46,42	20,2	12,4	348

Висновки і пропозиції. У роботі досліджена саморегульована надійна конструкція балки, що ефективно підсилюються поздовжньо-поперечною зовнішньою системою тяжів при дії на неї зовнішнього навантаження, шляхом раціонального перерозподілу напружень між стисненою та розтягнутою зонами за допомогою легких і гнучких елементів, що працюють на розтяг.

За результатами випробування встановлено, що збільшення несучої здатності, міцності підсилених балок склало 44%, порівняно зі звичайною балкою. Деформативність підсилених балок при цьому була меншою порівняно з еталонною балкою.

Підсилення балок розглянутою поздовжньо-поперечною зовнішньою системою тяжів є ефективним і така конструкція може рекомендуватися для широкого застосування при новому будівництві та при підсиленні вже існуючих балок будівель та споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Leonhard F. "Spannbeton" für die Praxis. Wyd.3. Ernst u. Sohn, Berlin-München-Dusseldorf, 1973, 246 p.
2. Бабич Є.М., Бабич В.Є. Розрахунок і конструювання залізобетонних балок: навчальний посібник. 2-ге видання, перероблене і доповнене. Рівне : НУВГП, 2017. С. 19–62.
3. Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1-1: General rules and rules for building: EN 1992-1. Brussels : CEN, 2004. P. 30–82.
4. Чеканович М. Г. Метод попереднього напруження залізобетонних конструкцій, що підвищує їх міцність. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 2. С. 57–62.*
5. Minelli F., Plizzari G., Cairns J. Flexure and shear behavior class of RC beams strengthened by external reinforcement. Cape Town : Concrete repair, rehabilitation and retrofittingii, 2009. P. 377–378.
6. Онуфриев Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. 1965. С. 122–342.
7. High performance concrete structures / M. Chekanovych // Life cycle assessment, behavior and properties of concrete and concrete structures. Proceeding of International Conference. 2004, Brno, Czech Republic, P. 130–135.
8. Розрахунок будівельних конструкцій : навчальний посібник / М.Г. Чеканович, О.Є. Янін. Видання 2-ге, доповнене і перероблене. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. С. 60–75.
9. Патент на винахід № 112733 України, МКИ Е 04 G 3/20. Регульована балка Чекановича / М. Г. Чеканович. № а201511202; заявл. 13.11.2015; опубл.10.02.2016, Бюл. № 3. 4 с.

REFERENCES:

1. Leonhard F. (1973) "Spannbeton" für die Praxis. Wyd.3. Ernst u. Sohn, Berlin-München-Dusseldorf, 246 p.
2. Babych Ye. M., Babych V. Ye. (2017) Rozrakhunok i konstruiuvannya zalizobetonnykh balok: navchalnyi posibnyk. 2-he vydannia, pereroblene i dopovnene. Rivne: NUVHP. S. 19–62.
3. Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1-1: General rules and rules for building: EN 1992-1. Brussels: CEN, 2004. P. 30–82.
4. Chekanovych M. H. (2022) Metod poperednoho napruzhennia zalizobetonnykh konstruktсии, shcho pidvyshchuie yikh mitsnist. Tavriiskiyi naukovyi visnyk. Seriiia: Tekhnichni nauky. Kherson : Vydavnychiy dim «Helvetyka», Vyp. 2. S. 57–62.
5. Minelli F., Plizzari G., Cairns J. (2009) Flexure and shear behavior class of RC beams strengthened by external reinforcement. Cape Town : Concrete repair, rehabilitation and retrofittingii. P. 377–378.
6. Onufryev N.M. (1965) Usylenye zhelezobetonnykh konstruktсийi promyshlennykh zdaniy i sooruzheniy. L., S. 122–342.
7. High performance concrete structures / M. Chekanovych // Life cycle assessment, behavior and properties of concrete and concrete structures. Proceeding of International Conference. 2004, Brno, Czech Republic, P. 130–135.

8. Rozrakhunok budivelnikh konstruktzii: navchalnyi posibnyk / M.H. Chekanovych, O.Ie. Yanin. Vydannia 2-he, dopovnene i pereroblene. Kherson : OLDI-PLiUS, 2021. S. 60–75.

9. Patent na vynakhid № 112733 Ukrainy, MKY E 04 G 3/20. Rehulovana balka Chekanovycha / M. H. Chekanovych. № a201511202; zaiavl. 13.11.2015; opubl.10.02.2016, Biul. № 3. 4s.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Антоненко А. В.	25	Калініна Г. П.	68
Безвесільна О. М.	3	Коротін Д. С.	25
Бомба М. Я.	42	Крижак Л. М.	68
Буняк О. В.	59	Ларченко О. В.	37
Гайдай Г. Ю.	10	Майкова С. В.	42
Горач О. О.	52	Маслійчук О. Б.	42
Грешнов А. Ю.	10	Пастух І. П.	18
Гриневич М. С.	3	Савчук Т. О.	18
Дзюба Н. А.	59	Твердохліб А. О.	25
Димова Г. О.	37	Федина Л. О.	42
Іваніщева О. А.	68	Чеканович М. Г.	74

ЗМІСТ

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ	3
Безвесільна О. М., Гриневи́ч М. С. Експериментальні дослідження трансформаторного гравіметра.....	3
Гайдай Г. Ю., Грешнов А. Ю. Комп'ютерна система для проведення лабораторних досліджень у дистанційному форматі (розробка серверної частини веб-додатку).....	10
Савчук Т. О., Пастух І. П. Розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams	18
Твердохліб А. О., Коротін Д. С., Антоненко А. В. Ефективність функціонування комп'ютерних систем при використанні технології блокчейн і баз даних	25
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ	37
Димова Г. О., Ларченко О. В. Обернені задачі аналізу нерегульованого об'єкта	37
ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ	42
Бомба М. Я., Федина Л. О., Маслійчук О. Б., Майкова С. В. Нетрадиційна рослинна сировина Карпат у технології приготування напоїв оздоровчої дії.....	42
Горач О. О. Обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур	52
Дзюба Н. А., Буняк О. В. Дослідження безпечності екструдатів на основі круп'яної сировини	59
Калініна Г. П., Крижак Л. М., Іваніщева О. А. Обґрунтування вибору рослинної сировини для розробки йогуртового десерту	68
БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ	74
Чеканович М. Г. Експериментальні дослідження міцності та деформативності регульованої балки Чекановича	74

CONTENTS

COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY	3
Bezvesilna O. M., Grynevych M. S. Experimental results of a transformer gravimeter	3
Haidai H. Yu., Hrieshnov A. Yu. Computer system for laboratory research in a remote mode (development of the web application server side)	10
Savchuk T. O., Pastukh I. P. Recognizing the emotions of participants in video conferences in Microsoft Teams	18
Tverdokhleba A. O., Korotin D. S., Antonenko A. V. Efficiency of functioning of computer systems using blockchain technology and databases	25
SYSTEM ANALYSIS	37
Dymova H. O., Larchenko O. V. Inverse problems of analysis of an unregulated object.....	37
FOOD TECHNOLOGY	42
Bomba M. Ya., Fedyna L. O., Masliichuk O. B., Maikova S. V. Non-traditional vegetable raw materials of the carpathians in the technology of preparation of healthy beverages	42
Horach O. O. Justification of innovative technologies of functional recipes.....	52
Dzyuba N. A., Buniak O. V. Study of the safety of grain-based extrudate	59
Kalinina H. P., Kryzhak L. M., Ivanishcheva O. A. Rationale for the choice of plant raw materials for the development of yogurt dessert	69
CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING	74
Chekanovych M. H. Experimental studies of the strength and deformability of the regulated Chekanovych beam	74

Таврійський науковий вісник

Випуск 6

Технічні науки

Підписано до друку 30.12.2022 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 6,98. Зам. № 0223/080

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
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.