

РОЗДІЛ V. ЕНЕРГЕТИКА

УДК 621.3.011.74.005

*Владислав Михайленко, Анатолій Сапегін, Катерина Левочка, Ганна Карпчук,
Роман Дрьомов, Анастасія Бабенко*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ У НАПІВПРОВІДНИКОВОМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ З ДЕВ'ЯТНАДЦЯТИЗОН- НИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ

*Владислав Михайленко, Анатолій Сапегін, Катерина Левочка, Анна Карпчук,
Роман Дрьомов, Анастасія Бабенко*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ С ДЕВЯТНАДЦАТИЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

*Vladyslav Myhailenko, Anatolii Sapehin, Kateryna Levochka, Hanna Karpchuk,
Roman Dromov, Anastasiia Babenko*

STUDY OF THE ELECTRIC MAGNETIC PROCESSES IN SEMICONDUCTOR CONVERTER WITH NINETEEN ZONED REGULATION OF THE OUTPUT VOLTAGE

Зроблено аналіз електромагнітних процесів в електричних колах з напівпровідниковими комутаторами. Створено математичну модель для аналізу електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах з широтно-імпульсним регулюванням вихідної напруги. Наведено графіки, що відображають електромагнітні процеси в електричних колах. Проведено системний аналіз електромагнітних процесів у модуляційному напівпровідниковому перетворювачі з дев'ятнадцятизонним регулюванням вихідної напруги з активно-індуктивним навантаженням. Досліджено електромагнітні процеси у напівпровідниковому перетворювачі модуляційного типу. Ключеві елементи були прийняті ідеальними.

Ключові слова: електромагнітні процеси, вихідні напруга та струм.

Рис.: 3. Бібл.: 3.

Сделан анализ электромагнитных процессов в электрических цепях с полупроводниковыми коммутаторами. Создано математическую модель для анализа электромагнитных процессов в полупроводниковых преобразователях с широтно-импульсным регулированием выходного напряжения. Приведено графики, которые отражают электромагнитные процессы в электрических цепях. Проведено системный анализ электромагнитных процессов в модуляционном полупроводниковом преобразователе с девятнадцатизонным регулированием выходного напряжения с активно-индуктивной нагрузкой. Исследовано электромагнитные процессы в полупроводниковом преобразователе модуляционного типа. Ключевые элементы были приняты идеальными.

Ключевые слова: электромагнитные процессы, выходные напряжение и ток.

Рис.: 3. Библ.: 3.

Analysis of the electromagnetic processes is organized beside this article in electric circuit with semiconductor commutator. Mathematical model is created for analysis electro-magnetic processes in semiconductor converter with width pulsed regulation of the output voltage. The broughted graphs, which reflect the electromagnetic processes in electric circuit. The system analysis of the electromagnetic processes is organized in inflexion of the semiconductor converters with nineteen zoned regulations of the output voltage with actively-inductive load. Study of the electromagnetic processes is organized in work in semiconductor converter inflexion type. Key element were ideal.

Key words: electromagnetic processes, output voltage and current.

Fig.: 3. Bibl.: 3.

Успіхи у розвитку напівпровідникової техніки дозволяють використовувати в перетворювальних установках ланку високої частоти з частотою переключення вентилів значно більшої від частоти змінної напруги промислової мережі. У роботах [1–3] показана доцільність використання структур перетворювачів частоти (ПЧ) з однократною модуляцією під час побудови систем вторинного електропостачання для комплексів діагностики електромеханічних пристроїв із різноманітним видом вхідної енергії. У цій роботі проводиться аналіз аспекту використання тієї ж структури ПЧ як ланки високої частоти, що стосується побудови й аналізу перетворювачів для

електромеханічних комплексів із широтно-імпульсним регулюванням (ШІР) постійної напруги при дев'ятнадцятизонному керуванні.

Метою роботи є використання методу багатопараметричних функцій з використанням пакета MATHCAD для аналізу електромагнітних процесів у електричних колах з напівпровідниковими комутаторами з дев'ятнадцятизонним регулюванням вихідної напруги.

Структурна схема напівпровідникового перетворювача (НПП) показана на рис. 1. На структурній схемі позначені: CM_{AB} , CM_{BC} , CM_{CA} – силові модулятори (СМ) лінійних напруг AB , BC і CA відповідно, BB – високочастотний випрямляч, H – навантаження. Сукупність СМ, підключених до енергетичної мережі паралельно і з'єднаних по виходу послідовно, являє собою ланку високої частоти перетворювача.

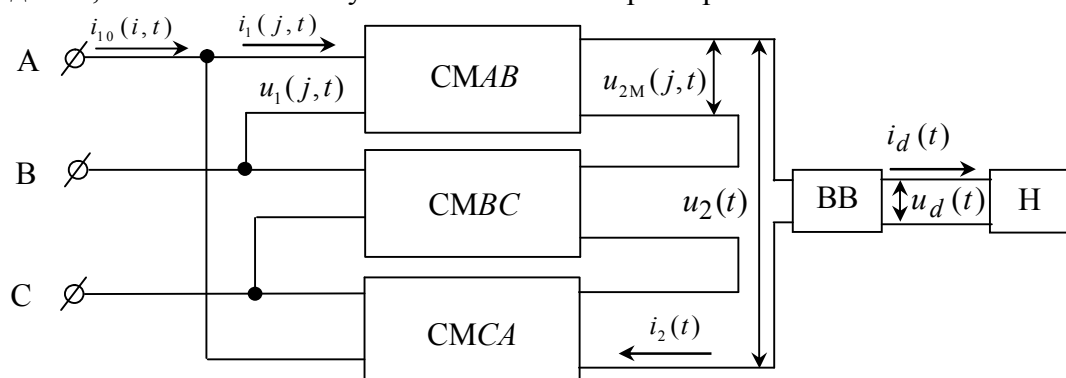


Рис. 1. Структурна схема перетворювача

Таким чином, кожен СМ має у своєму складі N інверторів випрямленої напруги (ІВН), де N – це число інверторів.

Створення математичної моделі перетворювача передбачає розроблення математичного забезпечення, спроможного провести аналіз його електромагнітних процесів відносно енергії, яка генерується, з урахуванням характеру навантаження, енергії, яка при цьому споживається, а також енергії, яка перетворюється в окремих ланках і окремими елементами перетворювача.

Під час складання математичної моделі перетворювача із комп'ютерною орієнтацією її застосування використаємо метод багатопараметричних модулюючих функцій, який передбачає попереднє представлення алгоритмічного рівняння перетворювача. При цьому приймемо такі припущення: вхідна енергетична мережа симетрична та її внутрішній опір дорівнює нулю, транзистори й діоди ІВН є ідеальними ключами, узгоджувальні трансформатори не мають втрат, а навантаження перетворювача має еквівалентний активно-індуктивний характер.

Ця структура дозволяє реалізувати багатоканальний спосіб перетворення параметрів електромагнітної енергії мережі, за якого в СМ здійснюється розгалужена модуляція миттєвих значень попередньо випрямлених лінійних напруг $u_1(j,t)$, частоти ω_1 , трифазної енергетичної мережі відповідними еквівалентними модулюючими впливами $\psi(p, N, t)$, частоти ω_2 . У результаті такої операції на виході кожного з ІВН формується промодульована напруга

$$u_{2M}(p, j, t) = \frac{1}{k_T} u_1(j, t) \phi(j, t) \psi(p, N, t), \quad (1)$$

де $i = 1, 2, 3$ – номери фаз енергетичної мережі; k_T – коефіцієнт трансформації трансформатора; $p = 1, 2, 3, \dots, N$ – номери зон регулювання; $\phi(j, t)$ – функції прямокутного

синуса, які збігаються за часом з положенням лінійних напруг мережі; $u_1(j, t)$ – миттєві значення вхідної напруги мережі.

Функції прямокутного синуса подаються, як

$$\phi(j, t) = \text{sign} \left\{ \sin \left(\omega_1 t - \frac{(j-1)2\pi}{3} + \frac{\pi}{6} \right) \right\}, \quad (2)$$

а миттєві значення вхідної напруги мережі представлені у вигляді

$$u_1(j, t) = \sqrt{3}U_{1m} \sin \left(\omega_1 t - \frac{(j-1)2\pi}{3} + \frac{\pi}{6} \right), \quad (3)$$

U_{1m} – амплітудне значення фазної напруги, а вихідна напруга $u_d(t)$ подається виразом

$$u_d(t) = \frac{1}{k_T} \sum_{p=1}^{19} \sum_{j=1}^3 u_1(j, t) \phi(j, t) \psi(p, N, t) v(t), \quad (4)$$

де $v(t)$ – функція прямокутного синуса, що збігається за часом з положенням вихідної напруги $u_2(t)$ ланки високої частоти перетворювача.

$$v(t) = \text{sign}(u_2(t)). \quad (5)$$

Струм навантаження знайдемо, як реакцію одноконтурного RL -ланцюга на дію напруги (5). Для цього диференціальне рівняння, складене для вихідного контуру перетворювача, представимо у вигляді

$$D(t, y) = \frac{u_d(t)}{L} - \frac{R}{L} y_0, \quad (6)$$

де y_0 – визначається з початкових умов; R і L – відповідно активний опір і індуктивність навантаження.

Рішення (6) відносно струму навантаження визначимо числовим методом у вигляді матриці

$$i_d(t) = \text{rkfixed}(y, 0, k, s, D), \quad (7)$$

де y – вектор початкових умов; $0, k$ – часовий інтервал рішень; s – кількість точок на часовому інтервалі рішень; D – вектор функція диференціальних рівнянь.

Часові діаграми струму навантаження в координатах вихідної напруги перетворювача, побудовані за виразом (7) для дев'ятнадцятизонного регулювання, представлені на рис. 2.

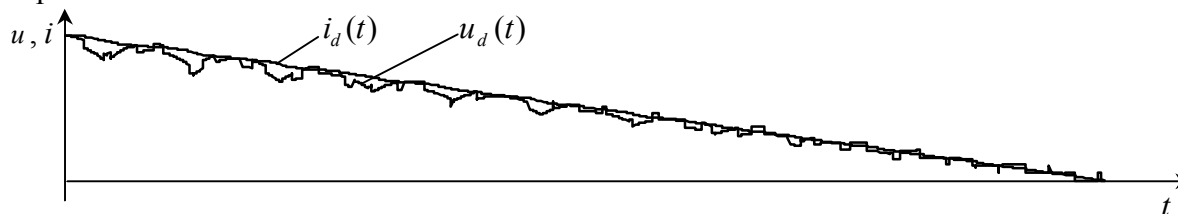


Рис. 2. Часові діаграми струму і напруги навантаження та вхідних струмів інверторів у координатах лінійних напруг енергетичної мережі

Вхідний струм високочастотного випрямляча має вигляд

$$i_2(t) = i_d(t)v(t). \quad (8)$$

Для визначення вхідних струмів інверторів i -х фаз для кожної p -ї зони регулювання врахуємо, що $i_2(t)$ протікає в загальному контурі всіх СМ.

При цьому в загальному вигляді

$$i_1(p, j, t) = \frac{i_2(t)\psi(p, N, t)\phi(j, t)}{k_T}. \quad (9)$$

Для визначення вхідних СМ у всьому діапазоні регулювання вихідної напруги підсумуємо вхідні струми відповідних ІВН. Враховуючи (9), загальний вираз для вхідних струмів СМ подамо у вигляді

$$i_1(j, t) = i_1(1, j, t) + i_1(2, j, t) + i_1(3, j, t) + \dots + i_1(19, j, t), \quad (10)$$

де $i_1(1, j, t)$, $i_1(2, j, t)$, $i_1(3, j, t)$, $i_1(19, j, t)$ – вхідні струми інверторів i -х фаз для першої, другої, третьої та дев'ятнадцятої зон регулювання

Струми i -х фаз енергетичної мережі зі співвідношень

$$\begin{aligned} i_{10}(1, t) &= i_1(1, t) - i_1(3, t) \\ i_{10}(2, t) &= i_1(2, t) - i_1(1, t) \\ i_{10}(3, t) &= i_1(3, t) - i_1(2, t). \end{aligned} \quad (11)$$

Часові діаграми вхідних струмів i -х фаз енергетичної мережі в координатах фазних напруг, побудовані за (11) для дев'ятнадцятизонного регулювання, представлені на рис. 3.

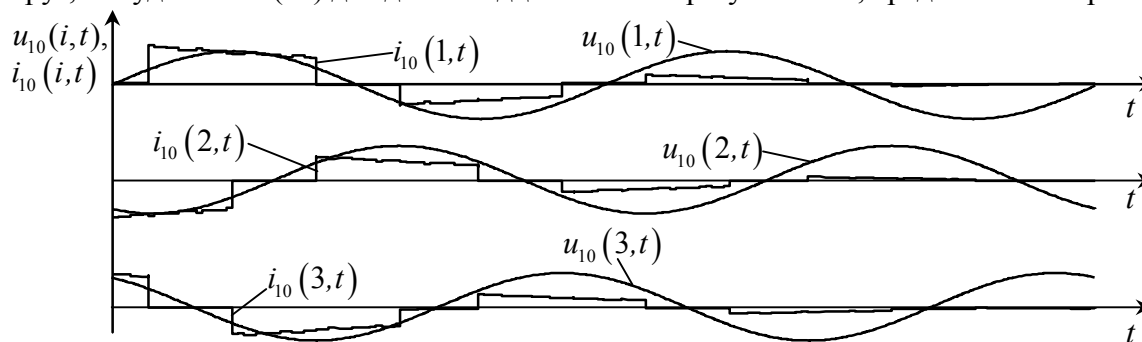


Рис. 3. Часові діаграми вхідних струмів i -х фаз енергетичної мережі в координатах фазних напруг

Системний підхід до аналізу дозволяє на другому його етапі, що характеризує вплив під час руху системи зовнішніх і внутрішніх факторів, провести уточнення попередніх досліджень, беручи до уваги нові припущення, наприклад, відносно неідеальності внутрішніх опорів ключових елементів.

Подальші уточнення під час моделювання процесів можуть відноситись до урахування внутрішніх параметрів мережі живлення щодо їхніх еквівалентних опорів та індуктивностей, зміни внутрішніх параметрів навантаження та комплексного аналізу процесів щодо впливів можливих зовнішніх та внутрішніх факторів.

Висновки і пропозиції. Підтверджено доцільність використання програмного пакета MATHCAD для аналізу електромагнітних процесів та оптимізації параметрів напівпровідникових перетворювачів. Такий підхід дозволяє зменшити нестабільність режимів у технологічному навантаженні та режимів споживання електроенергії від мережі електроживлення.

У подальшому можна провести моделювання у декілька етапів з різними початковими припущеннями, розглядаючи НПП як систему зі своєю структурною побудовою, що визначає внутрішні впливи в середовищі надсистеми зі своїми системами, які ззовні впливають на НПП.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. П. Математична модель перетворювача трифазної напруги в постійну напругу / М. П. Макаренко, В. В. Михайленко // Електроніка і зв'язь. – 2002. – № 14. – С. 73–75.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

2. *Патент* 18750. України. МПК H02M 1/02. Інвертор напруги / М. П. Макаренко, В. В. Михайленко, В. В. Пілінський ; заявник та власник патенту НТУУ «КПІ» ; заявл. 31.05.2006 ; опубл. 15.11.2006, Бюл. № 11.

3. *Патент* 20985. України. МПК H02M 1/02. Модулятор випрямленої напруги / М. П. Макаренко, В. В. Михайленко ; заявник та власник патенту НТУУ «КПІ» ; заявл. 18.09.2006 ; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2.

Михайленко Владислав Володимирович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри теоретичної електротехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Михайленко Владислав Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры теоретической электротехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Mihailenko Vladyslav – PhD in Technical Sciences, senior lecturer of the pulpit theoretical electrical engineers, National Technical University of the Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).
E-mail: VladislavMihailenko@i.ua

Сапегін Анатолій Порфірійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної електротехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Сапегин Анатолий Порфирьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теоретической электротехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Sapehin Anatolii – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the pulpit theoretical electrical engineers, National Technical University of the Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: 8app575.sapp@yandex.ru

Левочка Катерина Максимівна – студентка кафедри відновлювальних джерел енергії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Левочка Катерина Максимовна – студентка кафедры возобновляемых источников энергии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Levochka Kateryna – student of the pulpit renewed sources to energy, National Technical University of the Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: lev@ukr.net.

Карпчук Ганна Леонідівна – студентка кафедри відновлювальних джерел енергії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Карпчук Анна Леонидовна – студентка кафедры возобновляемых источников энергии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Karpchuk Hanna – student of the pulpit renewed sources to energy, National Technical University of the Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: milkaleo@bigmir.net

Дрёмов Роман Вадимович – студент кафедри відновлювальних джерел енергії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Дрёмов Роман Вадимович – студент кафедры возобновляемых источников энергии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Dromov Roman – student of the pulpit renewed sources to energy, National Technical University of the Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: rdrv2011@gmail.com

Бабенко Анастасія Андрійвна – студентка кафедри відновлювальних джерел енергії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Бабенко Анастасия Андреевна – студентка кафедры возобновляемых источников энергии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (проспект Побды, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Babenko Anastasiia – student of the pulpit renewed sources to energy, National Technical University of the Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: nastyahaus1@meta.ua

УДК 628.981

*Павло Наумчик, Віталій Миронцов***УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ДЖЕРЕЛ СВІТЛА***Павел Наумчик, Виталий Миронцов***УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСТОЧНИКОВ СВЕТА***Pavlo Naumchik, Vitalii Myrontsov***THE UNIVERSAL DEVICE FOR DETERMINING THE EFFICIENCY
OF LIGHT SOURCES**

Розглянуто проблему вимірювання основних характеристик джерел світла – світлової віддачі й світлового потоку. Проаналізовано методи й прилади для дослідження вказаних характеристик та запропоновано універсальний прилад визначення ефективності джерел світла, призначений для вирішення цієї проблеми.

Ключові слова: прилад, джерело світла, світлова віддача, світловий потік.

Рис.: 5. Бібл.: 5.

Рассмотрена проблема измерения основных характеристик источников света – световой отдачи и светового потока. Проанализированы методы и приборы для исследования указанных характеристик и предложен универсальный прибор для определения эффективности источников света, предназначенный для решения этой проблемы.

Ключевые слова: прибор, источник света, световая отдача, световой поток.

Рис.: 5. Библ.: 5.

In this article was considered the problem of measurement of the main characteristics of the light sources - light output and luminous flux. Were analyzed methods and devices for the study of these characteristics and was proposed universal device for determining the efficiency of light sources designed to solve this problem.

Key words: device, light source, light efficiency, luminous flux.

Fig.: 5. Bibl.: 5.

Постановка проблеми. Економія електричної енергії є актуальним питанням нашого часу, а освітлення робочих та побутових приміщень становить вагому частину загального споживання електроенергії. Нині, питання щодо визначення енергоефективності ламп стоїть досить гостро. А створення джерел світла, які були б максимально ефективними, є одним з актуальних завдань, які порушені вченими та інженерно-технічними працівниками.

Сьогодні існує велика кількість різноманітних освітлювальних пристроїв, що відрізняються принципом дії, будовою та призначенням. Проте більшість з них складається з двох основних частин [1]: джерела світла й оптичного пристрою, яке перерозподіляє світловий потік джерела в просторі (відбиває, заломлює, розсіює).

Оптичні пристрої можуть бути виконані з дзеркальних, заломлюючих, дифузних і напрямлено-розсіювальних світлотехнічних матеріалів.

Крім джерела світла й оптичного пристрою, освітлювальний прилад має пуско-регулюючий апарат (ПРА) – це пристрій, що комутує, стабілізує і перетворює електричний струм. До конструктивних елементів освітлювальних приладів відносяться: корпус, ущільнюючі пристосування, вузли кріплення та інші вузли.

Освітлювальні прилади можна поділити на два класи: прилади ближньої дії (світильники) й прилади дальньої дії (прожектори). Світильники використовуються для освітлення приміщень і об'єктів, віддалених на відстані, лише в десятки разів більші, ніж їх розміри. Прожектори застосовуються на відстанях, в сотні й тисячі разів більших їх діаметрів.

Для освітлення приміщень і відкритих площ використовуються лампи розжарювання і газорозрядні лампи.

Порівняння джерел світла здійснюють на основі ДСТУ-П ІЕС/PAS 6272221:2014 [2], за яким до основних характеристик ламп відносяться:

- світлова віддача;
- світловий потік;
- середня тривалість служби.

Варто зазначити, що світлова віддача завжди визначається для певної потужності [3]. Наприклад, лампа розжарювання на 200 Ват буде давати 2000 люменів, але це не означає, що якщо ми подамо на цю ж саму лампу в два рази меншу потужність, то вона буде світити на 1000 люмен. Насправді ж вона буде давати набагато менше світла, оскільки світловіддача нагрітої спіралі дуже швидко падає з температурою. Але є загальна закономірність, яка полягає у тому, що в схожих джерел світла різної потужності (наприклад, дві лампочки розжарювання, дві галогенки, дві газорозрядних лампи) більш потужні лампочки будуть ефективнішими. Таке явище пов'язано з тим, що більш потужні лампи – більші за розміром і віддають менший відсоток енергії у вигляді тепла зі своєї поверхні.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розгляд основних принципів побудови приладу для вимірювання світлового потоку й світлової віддачі джерела світла. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі **завдання**:

- проаналізувати наявні способи визначення світлової віддачі джерел світла;
- визначити сутність методу, покладеного в основу принципу дії приладу для визначення світлової віддачі джерела світла;

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На практиці для розрахунку світлової віддачі використовують такий спосіб [4]. Світлову віддачу джерел світла знаходять за формулою

$$\eta = \frac{\Phi}{P},$$

в якій світловий потік Φ – знаходять з наступного виразу $\Phi = \frac{2\pi I_0}{m+1}$, де I_0 – сила світла в напрямку нормалі від джерела до горизонтальної робочої поверхні I_0 , а m – показник, що визначається емпірично наступним чином.

Світловий розподіл більшості реальних світильників може бути наближено виражено рівнянням. $I = I_0 \cos^m \alpha$, де α – меридіональний кут (рис. 1.1)

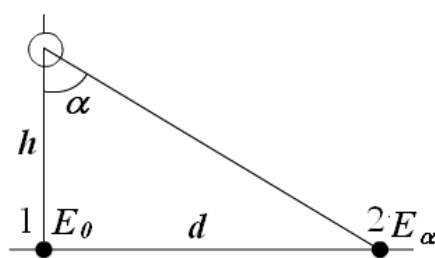


Рис. 1. До пояснення меридіонального кута

$$\alpha = \arctg \frac{d}{h}$$

Силу світла в напрямку нормалі від джерела до горизонтальної робочої поверхні I_0 і силу світла під кутом α до нормалі I_α знаходять за виразами:

$$I_0 = E_0 h^2, I_\alpha = \frac{E_\alpha h^2}{\cos^3 \alpha},$$

де E_0 і E_α – освітленості, що вимірюють люксометром відповідно в напрямку нормалі до робочої поверхні і під кутом α до нормалі.

Емпіричний показник m обчислюють з точністю до двох знаків після коми за виразом

$$m = \frac{\ln\left(\frac{I_\alpha}{I_0}\right)}{\ln(\cos \alpha)}$$

Для визначення світлової віддачі у такий спосіб використовуються такі вимірювальні прилади: вольтметр, цифровий міліамперметр ЩП02.01 з діапазоном вимірювання змінного струму 0-2000 мА, цифровий, ватметр ЩВ02, люксметр «ТКА-Люкс» для вимірювання освітленості. Все обладнання розміщується в лабораторії, де крім лабораторного освітлення, наявне робоче і чергове освітлення, управління якими також здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів лабораторного щитка. Тобто дослідження джерел світла вимагає цілої лабораторії.

Щоправда існує вимірювач параметрів ламп Viso LightSpion компанії Thomson [5], за допомогою якого можна тестувати світлодіодні лампи (рис. 2).



Рис. 2. Вимірювач параметрів ламп Viso LightSpion компанії

Прилад вимірює такі параметри:

- Світловий потік;
- Максимальну яскравість;
- Кольорову температуру;
- CRI (індекс передачі кольору);
- Кут освітлення;
- Розподіл світла за напрямками;
- Споживана потужність;
- Power factor (коефіцієнт потужності);
- Ефективність (кількість люмен на Ват).

Під час вимірювання патрон з лампою повертається мотором.

Його технічні характеристики такі:

Вага	5 кг
Розміри	41x28x10см
Діапазон потужності.....	90–280 Вт
Максимальна потужність джерела світла	3Аmp (660Вт, 220 В, 330 Вт, 110В)
Заходи.....	Lumen, Пік кандела, CRI, колірна температура, Люмен/Ват, потужність і коефіцієнт потужності.
Широкий просвіт в діапазоні	10 до 10000 лм

Максимальний розмір джерела світла 80 мм (діаметр)

Характеристики програмного забезпечення:

Сумісність з Windows 2000, XP, 7 32–64 bit

Вартість цього приладу 11 000 у.о.

Цей прилад дозволяє проводити дослідження великої кількості параметрів ламп, більшість з яких не вимагається ДСТУ-П ІЕС/PAS 6272221:2014. А вартість його висока. Саме тому є необхідність у створенні мобільного приладу для визначення ефективності джерела світла. Прилад також має бути універсальним, тобто підходити для різних типів ламп.

Виклад основного матеріалу. Проаналізувавши наявні методи визначення ефективності джерел світла, можна зазначити, що прилад визначення ефективності джерел світла повинен включати в себе (рис. 3): джерело струму, цифровий ватметр (прилад для вимірювання електричної потужності джерел світла) та цифровий люксометр (прилад, за допомогою якого можна визначити інтенсивність джерела світла).

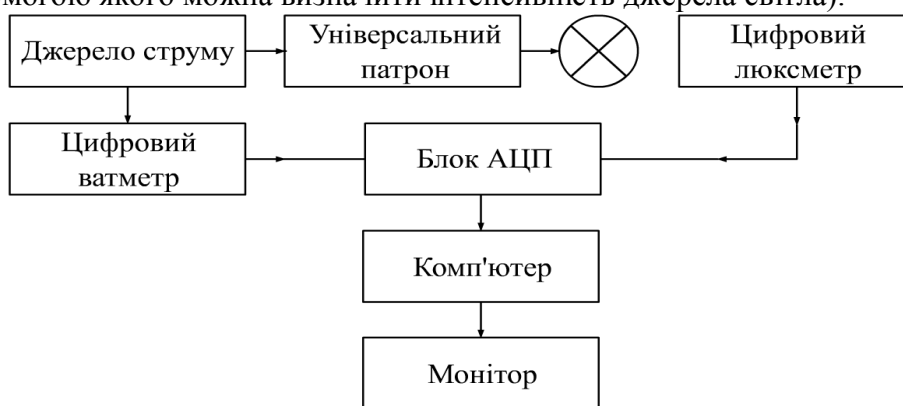


Рис. 3. Блок-схема приладу для визначення ефективності джерела світла

Сигнали з цих приладів через блок АЦП передаються на комп'ютер, який обраховує отримані дані та визначає коефіцієнт ефективності джерела світла. Результат відобразиться на моніторі комп'ютера.

До приладу також повинен входити універсальний патрон для підключення різних типів ламп.

Джерело електричного струму повинно мати плавний регулятор напруги в межах 0 – 250 В і здатність до переходу від змінної до простійної напруги.



Рис. 4. Детектор справності ламп

Універсальний патрон повинен дозволяти підключення більшості наявних типів ламп. Прототипом йому слугує детектор для перевірки справності ламп (рис. 4). Адже він має роз'єми під різні види патронів.

Прототипом ватметра може стати побутова розетка-ватметр (рис. 5). Цей прилад показує споживання навантаження у ватах, напругу і частоту в мережі, через яку протікає струм, а також підсумовує споживання енергії.

Цифровий люксометр повинен вимірювати освітленість на ділянці площею близько 1200 см². З урахуванням відхилення променя по вертикалі. Тому цей пристрій потребує окремого розроблення.

Передбачається, що вся конструкція повинна не перевищувати 0,5×0,5×0,5м і бути розміщеною у світлонепроникному кожусі з тканини (рис. 6).



Рис. 5. Ватметр побутовий

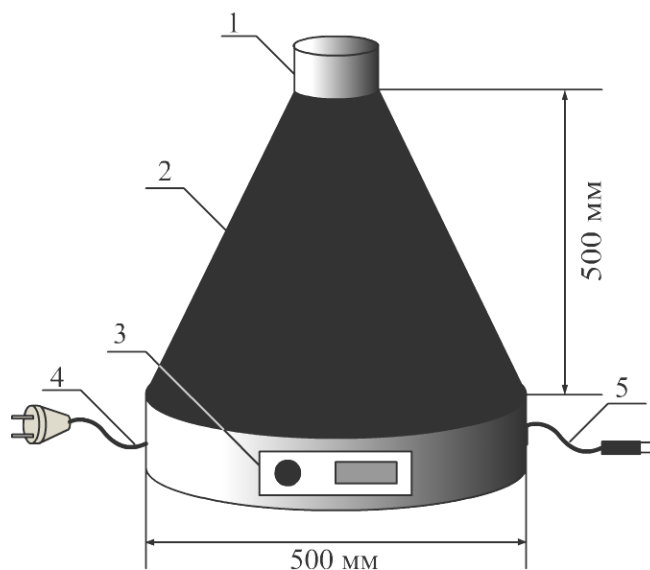


Рис. 6. Ескіз приладу визначення ефективності джерела світла:

1 – універсальний патрон; 2 – світлонепроникний кожух; 3 – пристрій керування напругою;
4 – шнур живлення; 5 – шнур з'єднання з комп'ютером

Висновки і пропозиції. Отже, для виготовлення приладу визначення ефективності джерела світла необхідно вирішити такі проблеми:

- розробити конструкцію приладу;
- розробити електричну схему з'єднань приладу;
- розробити патрон для підключення більшості наявних типів ламп;
- розробити цифровий люксметр, який дозволяв би досліджувати різноманітні джерела світла;
- розробити програмне забезпечення для приладу.

Усі ці перелічені проблеми вимагають подальшого наукового дослідження.

Список використаних джерел

1. Бутаков С. В. Исследование электрических источников света: метод, указания к выполнению лаб. работы / С. В. Бутаков, В. В. Радюшин. – Архангельск : САФУ, 2011. – 20 с.
2. Режим доступу : http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=62195.
3. Козловская В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – 2-е изд. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 271 с.
4. Мешков З. В. Основы светотехники : учебное пособие для вузов / З. В. Мешков. – 2-е изд., перераб. – М. : Энергия, 1979. – Ч. 1. – 368 с.
5. Режим доступу : <http://ammol.livejournal.com/470834.html>.

Наумчик Павло Іванович – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, метрології та фізики, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Наумчик Павел Иванович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационно-измерительных технологий, метрологии и физики, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Naumchyk Pavlo – PhD in Pedagogical Sciences, Assistant Professor of Department of Information Measuring Technologies, Metrology and Physics, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: naumchick.pavel@gmail.com

Миронцов Віталій Олегович – студент, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Миронцов Виталий Олегович – студент, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Myrontsov Vitalii – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: xselectroxx@mail.ru

Михайло Беца

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧИХ УСТАНОВОК

Михаил Беца

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК

Mykhailo Betsa

IMPLEMENTATION OF ELECTRICAL ENERGY GENERATING INSTALLATIONS

Проведено аналіз зв'язку промислового виробництва і виробництва електроенергії, опис енергогенеруючих установок, оснований на використанні екологічно чистих альтернативних джерел енергії. Запропоновано нові екологічно чисті способи виробництва електроенергії з застосуванням на практиці енергогенеруючих установок, а також удосконалення вже працюючих енергоустановок теплоелектроцентралей (ТЕЦ).

Ключові слова: енергоустановки, екологічно чисті нові способи виробництва електроенергії.

Рис.: 1. Бібл.: 6.

Проведен анализ связи промышленного производства и производства электроэнергии, описание энергогенерирующих установок, основанных на использовании экологически чистых альтернативных источников энергии. Предложено новые экологически чистые способы производства электроэнергии с использованием на практике энергогенерирующих установок, а также усовершенствование уже работающих энергоустановок теплоэлектроцентралей (ТЭЦ).

Ключевые слова: энергоустановки, экологически чистые новые способы производства электроэнергии.

Рис.: 1. Библ.: 6.

This is an analysis of industrial production and related to the production of electricity, description of power generating plants, which based on the use of environmentally friendly alternative energy sources. New environmentally friendly ways to produce electricity with practical implementation power generating installations and those which are already improved and used on practice power generating installations of heat-and-power stations (HPS) are presented.

Key words: energy installation, environmentally friendly energy, new environmentally friendly ways to produce electricity.

Fig.: 1. Bibl.: 6

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток промислового виробництва у світі за минуле століття, особливо останніми десятиліттями, привів до зростання видобутку природних ресурсів, пов'язаних з виробництвом електричної енергії. Природні ресурси основних органічних енергоносіїв, таких як вугілля і природний газ, у міру їхнього видобутку виснажуються, витрати на їхнє одержання збільшуються.

Тенденція збільшення видобутку цих природних ресурсів неминуча. Незабаром це призведе до їх зменшення або взагалі до зникнення в місцях їхнього видобутку. Наслідки будуть такими: по-перше, поява можливого ризику в економіці, що полягає у невідповідності капіталовкладень, затрачених на їхній видобуток, по-друге, збільшення ймовірності виникнення екологічних загроз, не виключаючи наслідків відомих природних катаклізмів, наприклад паводків, землетрусів, зменшення площ орних земель тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження в галузі економіки і промислового виробництва вказують на збільшення їхньої залежності від виробництва електроенергії в цілому, оскільки сьогодні потреба в основних органічних енергоносіях різко зростає [1]. Тому нині актуальним є збільшення частки видобутку електроенергії за рахунок альтернативних видів енергії, а то і взагалі перехід економіки та промислового виробництва на альтернативні види енергії.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Виробництво електроенергії в цілому, виробленої як з відновлюючих, альтернативних, так і з невідновлюючих джерел енергії, можна збільшити реалізацією не задіяних на практиці новітніх розробок, способів і устаткувань для одержання електроенергії із залученням відповідних державних інституцій з правом рекомендації на їхнє практичне застосування.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є дослідження та пропонування нововведень, які направлені на збільшення видобутку електроенергії.

Виклад основного матеріалу. Ефективним напрямком зменшення залежності промислового розвитку від видобутку природних органічних енергоносіїв є розвиток і практична реалізація виробництва електроенергії за рахунок альтернативних джерел енергії.

Основу альтернативних джерел енергії складають енергія випромінювання сонця, енергія дії вітру і води. Вироблення електроенергії за рахунок сонячного випромінювання здебільшого здійснюється сонячними батареями або енергоустановками, що перетворюють енергію сонячної радіації в електричну [2]. Вироблення електроенергії за рахунок дії вітру здійснюється енергоустановкою, яка складається [3]: з двигуна, що перетворює енергію дії вітру в обертання ротора електричного генератора через механічну передачу; автоматичних пристроїв управління роботою двигуна і генератора; споруд для їхньої установки й обслуговування службовим персоналом. Енергоустановка для вироблення електроенергії за рахунок дії ваги висотного перепаду води [4] складається: з двигунів, закріплених на опорах (виконані у вигляді коліс з лопатями, які перетворюють механічну енергію дії ваги води на лопаті в енергію оберту вала); електричних генераторів з роторами; автоматичних пристроїв управління роботою двигунів і електричних генераторів; споруд і приміщень для установки й обслуговування обладнання.

Кожне з описаних альтернативних джерел енергії характеризується як позитивними, так і негативними сторонами. Загальною позитивною стороною практичного використання цих джерел енергії є їхня екологічна чистота. До негативної сторони щодо випромінювання сонця і дії вітру відноситься їхня залежність від погодних умов (конкретно від наявності або відсутності сонячного випромінювання або дії вітру). Крім цього, негативним є також той факт, що, незважаючи на те, що величина енергії випромінювання сонця, яка припадає Землі за рік, становить близько 10^{32} ерг [5], густина сонячної енергії близько 1 кВт на 1 м^2 , тоді як коефіцієнт корисної дії сонячних батарей порівняно незначний. Відносно вітрів – їх режим дії пов'язаний з розподілом і сезонними змінами атмосферного тиску. Щодо використання альтернативної енергії водних ресурсів, то однією з негативних сторін є наявність значних капіталовкладень, витрачених під час будівництва дамб, а також нерідко значна віддаленість енергогенеруючих установок від споживачів електричної енергії, що потребує додаткових витрат.

У зв'язку з вищенаведеним автором запропоновані нововведення, які направлені на збільшення видобутку електроенергії.

По-перше, на працюючих на вугіллі енергогенеруючих установках теплоелектроцентралей (ТЕЦ) збільшення видобутку електроенергії може здійснюватися за рахунок задіяння на кожній із них додаткової електрогенеруючої установки.

На рис. представлено установку, на якій паровий котел (1) для згорання вугілля розміщено нижче його попереднього положення (зображено пунктиром) на визначену певну величину висотного перепаду. За рахунок цього перепаду висоти під дією ваги вугілля у відсіках (2), закріплених на ланцюгу (3), відбувається обертання зубчатих шківів (4). Один із шківів механічно пов'язаний з ротором електрогенератора (5) і, як результат, відбувається генерація електроенергії.

Подавання вугілля на двигун (за об'ємом або масою) здійснюється рівномірно в часі, наприклад, після його попереднього подрібнення. На рис. завантажувальний бункер і опори не зображені.

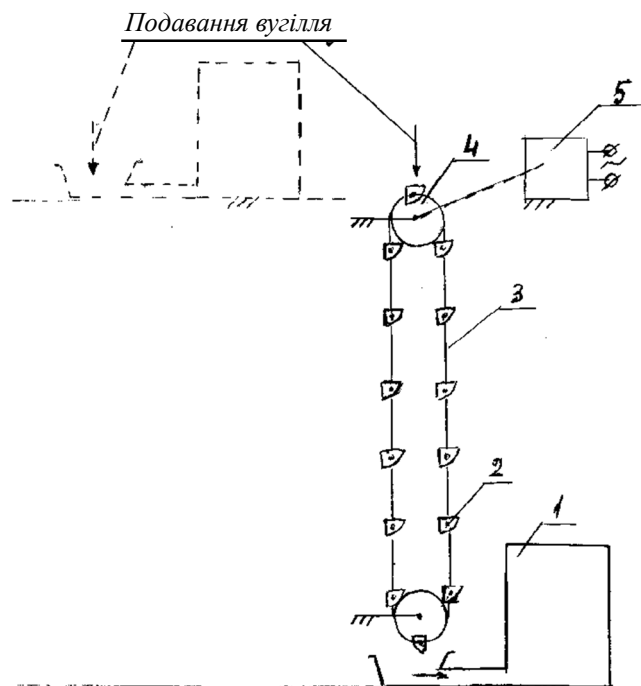


Рис. Блок-схема подавання вугілля із завантажувального бункера в паровий котел ТЕЦ для додаткового вироблення електроенергії

Для виробництва електроенергії енергогенеруючою установкою ТЕЦ потужністю 2400 МВт спалюється за годину 1060 тонн якісного антрацитового вугілля [6], а це близько 300 кг вугілля за секунду. Тоді як в результаті розміщення парового котла нижче попереднього положення на висотний перепад 7 м можна додатково виробляти близько 70 МВт електроенергії. Цією додатковою електроенергією можна практично в цілому забезпечити місто Чернівці.

По-друге, здебільшого для міст і районних центрів, вироблення додаткової електроенергії може здійснюватися за рахунок (фактично оплаченої) води, використаної як у житлових будівлях, так і спорудах виробничих підприємств та підприємств з побутовою формою діяльності.

Застосування цього способу у сучасному житті можливе за умов конструктивного переобладнання водовідведення використаної води в житлових забудовах і врахуванні цих змін під час проектування нових житлових та виробничих будівель і споруд. При цьому водовідведення використаної води здійснюється водопроводами (водопровідними каналами, трубами) через ємність, установлену на висотному перепаді відносно загального водовідведення (наприклад, міського). Далі ця вода потрапляє на гідроелектрогенератор для вироблення електроенергії і направляється до загального водовідведення.

Залежно від конструктивного виконання гідроелектрогенератор може бути закріпленим на ємності або окремо, а кількість виробленої електроенергії буде достатньою для споживачів, які проживають у зазначених будівлях.

Наприклад, за умов розміщення житлових будівель на одному рівні відносно землі, для одержання електроенергії необхідно забезпечити висотний перепад у 10 м, тому враховувалися квартири починаючи з 4-го поверху і вище. Так, для семи будинків з п'ятьма під'їздами (по 40 квартир на під'їзд), кількість квартир буде становити:

$$140 \cdot 7 = 980 \text{ квартир.}$$

При цьому, якщо за добу в кожній квартирі кількість використаної води становить 100 л (3 м³ за місяць), тоді будемо мати: 980 · 100 л = 98000 л (98 м³ за добу, що становить ≈ 4 м³ за годину).

Тоді за формулою: $E = m \cdot g \cdot h$ (де E – енергія, Дж; m – маса води, кг; g – коефіцієнт вільного падіння, m/c^2 ; h – висота, м) одержуємо електроенергію кількістю 400 кВт/год або близько 290 МВт/год за місяць.

Оскільки загальна кількість квартир семи будинків становить 1400 (7·200), а споживання електроенергії за місяць на одну квартиру 100 кВт/год (за статистичними даними), то загальна кількість спожитої електроенергії становитиме 140 МВт/год за місяць. Це приблизно у 2 рази менше від виробленої додатково електроенергії за місяць (290 МВт/год). Таким чином, застосування зазначеного нововведення дозволяє значно економити енергоресурси.

По-третє, в гірській місцевості, що містить водні ресурси, наприклад ріки, гірські потоки з висотними перепадами, можлива практична реалізація окремо силових гідроелектрогенеруючих установок [4].

Пропонуємо збільшити кількість вироблення електроенергії завдяки реалізації додаткових акумулюючих енергогенеруючих установок, що функціонують в основному за рахунок дощових вод, які відведені з основних русел у додатково акумулюючі басейни (резервуари) для води, розміщені не нижче рівня висотного перепаду.

По-четверте, використання положення рельєфу місцевості з потужними водними ресурсами і з дослідженням на них так званих западин, в які потрапляє або через які витікає вода через підземні русла. На цих природних «трубопроводах» доречно розміщення гідроелектрогенеруючих установок.

Висновки і пропозиції. Практична реалізація у виробництві електроенергії описаних нововведень може суттєво збільшити її вироблення. При цьому, по-перше, запропоновані методи отримання електроенергії є екологічно чистими і, по-друге, капіталовкладення на виробництво електроенергії будуть значно меншими у порівнянні з наявними на практиці енергогенеруючими установками, що функціонують (наприклад, за рахунок дії вітру або сонячного випромінювання).

Виробництво електроенергії за рахунок використаної (фактично оплаченої) в житлових будівлях води може забезпечити електроенергією споживачів, які проживають у зазначених будівлях.

Представлені автором нововведення, що направлені на збільшення виробництва електроенергії, сприятимуть розвитку та практичному використанню енергогенеруючих установок.

Список використаних джерел

1. *ENERGY security and climate policy: assesing interactions.* – Paris : International energy agency [IEA], 2007. – 145 с.
2. *Советский энциклопедический словарь* / под ред. А. М. Прохорова. – М. : Советская энциклопедия, 1989. – 1252 с.
3. *Политехнический словарь* / под ред. Артоболевского. – М. : Советская энциклопедия, 1976. – 74 с.
4. *Политехнический словарь* / под ред. Ишлинского. – М. : Советская энциклопедия, 1989. – 123 с.
5. *Мэрион Дж. Б. Физика и физический мир* / Дж. Б. Мэрион. – М. : Мир, 1975. – 203 с.
6. *Энергетика и охрана окружающей среды* / под ред. Н. Г. Залогина, Л. И. Кроппа и Ю. М. Кострикина. – М. : Энергия, 1979. – 352 с.

Беця Михайло Васильович – спеціаліст.

Беця Михаил Васильевич – специалист.

Betsa Mykhailo – specialist.

РОЗДІЛ VI. ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБНОЇ, ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 006.83:663.64(477)

Олена Сидоренко, Юлія Якобчук, Микола Победаш

РИНОК ФАСОВАНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ

Елена Сидоренко, Юлия Якобчук, Николай Победаш

РЫНОК ФАСОВАНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ В УКРАИНЕ: ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Olena Sydorenko, Yuliia Yakobchuk, Mykola Pobedash

MARKET OF BOTTLED MINERAL WATER IN UKRAINE: PROBLEMS OF QUALITY AND SAFETY

Розглянуто сучасний стан ринку, наведено результати досліджень якості та безпечності мінеральної природної фасованої води. Надано пропозиції щодо гарантування безпечності мінеральної природної фасованої води, що реалізується у роздрібних торговельних мережах України.

Ключові слова: стан ринку, фасована питна вода, безпечність, рівень забруднення, якість води.

Рис.: 3. Табл.: 2. Бібл.: 24.

Рассмотрено современное состояние рынка и приведены результаты исследований качества и безопасности минеральной природной фасованной воды. Наведены предложения по гарантированию безопасности минеральной природной фасованной воды, что реализуется в розничных торговых сетях Украины.

Ключевые слова: состояние рынка, фасованная питьевая вода, безопасность, уровень загрязнения, качество воды.

Рис.: 3. Табл.: 2. Библ.: 24.

The following article reviews the current state of the market and presents the results of research quality and safety of natural mineral bottled water. The proposals to guarantee the safety of packaged natural mineral water, which is realized in retail chains in Ukraine.

Key words: bottled drinking water, safety, level of pollution, water quality.

Fig.: 3. Tabl.: 2. Bibl.: 24.

Постановка проблеми. Проблема якості та безпечності питної води набуває глобального масштабу. Сучасний світ став ще більш вибагливим до споживних властивостей води у зв'язку з виявленням хронічних захворювань та отруєннями людей через споживання неякісної та небезпечної питної води [3]. Відповідно до проведеного моніторингу в Україні дуже гостро стоїть проблема гарантування безпечності питної води. За даними експертів, непридатну для споживання воду вживають більше 65 % українців. Основними причинами цього явища є належність річок України до 3 та 4 ступеня забруднення; незбалансованість схеми розміщення найбільш водоемних підприємств, недосконала водна політика й законодавство щодо безпечності та якості питної води [21].

Вода вважається фасованою за умови використання питної води підземних джерел питного водопостачання або питної води централізованого питного водопостачання, додатково обробленої з метою поліпшення її якості, у герметичній тарі.

Кількість виробників фасованої води щороку збільшується на 5–10 %, проте проблема гарантування безпечності та якості води питної залишається надзвичайно актуальною.

Для виробництва фасованої питної води використовують воду підземних джерел або питну воду централізованого питного водопостачання, додатково оброблену з метою поліпшення її якості. Актуальними проблемами щодо забезпечення водопостачання є: переважання маловодних степової та лісостепової зон; обмеженість водних ресурсів власного формування (50 млрд м³/рік), в тому числі 21 млрд м³/рік підземних вод питної якості [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання вирішення глобальної проблеми забезпечення населення якісною питною водою постійно досліджують науковці як в

Україні, так і за кордоном: В. О. Прокопов, О. Б. Липовецька, О. В. Зоріна, О. В. Шушковська, О. А. Дмитрієва, О. М. Кузьмінець, В. А. Соболев, Г. М. Семчук, Т. Boonyakarnkul, D. Cunliffe, W. Grabow, A. Havelaar, M. Sobsey.

Переважає більшість наукових досліджень спрямована на вирішення проблеми очищення стічних вод.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Водночас потребують додаткових комплексних досліджень питання безпечності фасованих мінеральних вод у споживчому упакованні протягом визначеного терміну зберігання.

Мета статті – оцінювання якості та безпечності питної фасованої води, що реалізується на ринку України.

Для досягнення поставленої мети було виконано такі завдання:

- проаналізовано аналітику ринку питної фасованої води;
- досліджено фактори формування й збереження споживчих властивостей питної фасованої води;

- проведено порівняльне оцінювання якості питної фасованої води різних виробників;

- визначено показники безпеки питної фасованої води різних виробників;

- вказано шляхи підвищення якості та гарантування безпечності питної фасованої води.

Об'єктом дослідження була питна фасована вода, що реалізується у роздрібній торговельній мережі України, упакована в споживчу тару ПЕТ-пляшку місткістю 0,5 літрів таких виробників:

- ТМ “Vittel” (ПАТ “Vittel N.W.S.”);

- ТМ «Моршинська» (ПрАТ «Моршинський завод мінеральних вод «Оскар»);

- ТМ «Бонаква» (ПП «Кока-Кола Беверіджиз Україна Лімітед»);

- ТМ «Трускавецька» (ТзОВ «АКВА-ЕКО»);

- ТМ «Бон Буассон» (ПрАТ «Новомосковський завод мінводи»).

Предметом дослідження були споживчі властивості питної фасованої води, яка реалізується в роздрібній торговельній мережі України.

Виклад основного матеріалу. Проведені дослідження споживацьких переваг на ринку фасованих мінеральних вод виявили, що споживачі довіряють популярним торговим маркам. Так, майже 50 % усього ринку газованої води і майже 70 % ринку негазованої води належать 10 великим виробникам, відповідно 50 % ринку газованої води і 30 % ринку негазованої води належать невеликим торговим маркам і виробникам місцевого значення [8].

Основні великі виробники на ринку мінеральних вод в Україні:

- ПАТ “IDS Borjomi Ukraine” («Миргородська», «Миргородська Лагідна», “AquaLife”, «Старий Миргород», «Моршинська», «Сорочинська», «Трускавецька», «Боржомі»);

- «Кока-Кола Беверіджиз Україна» ЛТД (“Вонаква”);

- ПАТ «Оболонь» («Оболонська», «Прозора»);

- ПАТ «Росинка» (ТМ «Софія Київська»);

- ПАТ «Ерлан» («Каліпсо», «Знаменівська», «Два Океана»);

- ПП «Алекс» («Лужанська», «Шаянська», «Поляна срібна», «Поляна світла», «Поляна купель – 5», «Поляна квасова-8»).

Відповідно до проведених досліджень на ринку мінеральних вод спостерігається тенденція до зниження споживання сильногазованих вод та зростання споживання слабо- і негазованих вод. У 2014 р. частка негазованих вод становила 37 %, що на 12 % більше у порівнянні з 2015 р. Споживання негазованої води зростає за рахунок збільшення попиту на споживання води на розлив та води у великій тарі на замовлення до будинку чи офісу [8].

Економічна ситуація в Україні вплинула на ринок мінеральної природної фасованої води. Незважаючи на те, що майже всі компанії, які здійснюють доставку води, ведуть свою діяльність у межах країни і добувають воду також в Україні, витрати на виробництво і доставку води за 2014–2015 роки суттєво збільшилися. Це пов'язано як із курсом валют, який вплинув на вартість витратних матеріалів (етикетка, кришка, пильовик, тара), паливно-мастильних матеріалів, комплектуючих, так і зі збільшенням тарифів на забір води та комунальні послуги. Відповідно, вартість продукції для споживача порівняно із січнем 2014 року також збільшилась (приблизно на 25–40 % залежно від регіону та постачальника).

Необхідно зазначити, що протягом 2010–2014 років на ринку питних фасованих вод відбувається зростання об'ємів реалізації в середньому на 6–8 % за рік. Найбільший попит на питну фасовану воду відмічено у період з травня по вересень. Проте культура споживання фасованої води в Україні залишається, як і раніше, низькою. Всього середньостатистичний українець споживає близько 40 літрів фасованої води на рік, у той же час житель сусідньої Польщі споживає більше 70 літрів, а Чехії – понад 90 літрів. Експерти прогнозують, що ринок питних вод буде зростати та збережеться подальша тенденція до збільшення споживання негазованої води.

Проведені аналітичні дослідження вказують на відсутність сталої динаміки виробництва мінеральної фасованої води: так у 2010 р. відбулося зростання обсягу виробництва на 3,9 млн дол порівняно з 2011 р., у 2013 р. виробництво знизилося майже на 9 %, а в 2014 р. знову збільшилося на 4 % і становило 128,4 млн дал. (рис. 1) [8].

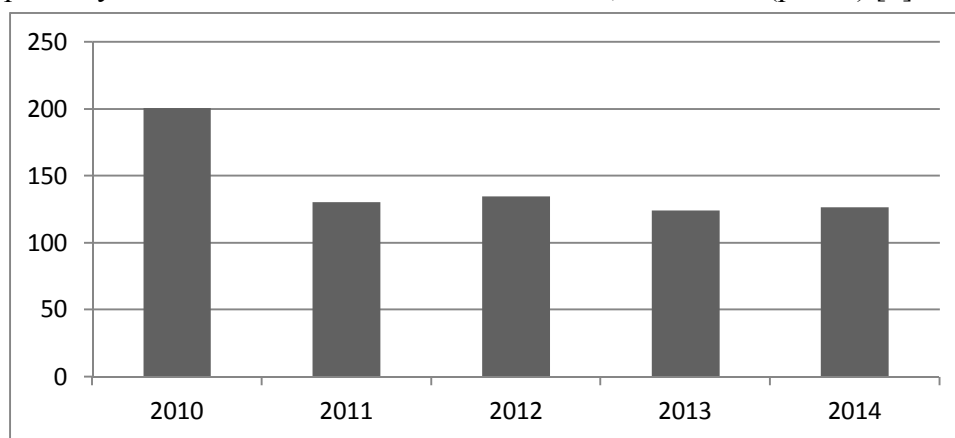


Рис. 1. Виробництво мінеральної води, млн дал 2010–2014 рр. [1]

За перше півріччя 2015 р. виробництво негазованої мінеральної води зросло на 28,1 % порівняно з першим півріччям 2014 р. Водночас виробництво мінеральної газованої води на цей період скоротилося на 6,1 % порівняно з 2014 р.

Встановлено, що за останні три роки спостерігається тенденція щодо зниження обсягів експорту. Експорт мінеральних вод у 4 рази менший за імпорту. Компанія IDS Group постачає на зарубіжні ринки 80 % усієї експортованої продукції. Основними експортерами українських мінеральних вод є Росія, країни СНД і Прибалтики [8].

Обсяги імпорту питної мінеральної води з кожним роком зростають: у 2010 р. обсяги імпорту збільшилися майже на 40 %, а в 2015 р. збільшилися на 21 %. Основним постачальником мінеральної води в Україні є Грузія. Іншими постачальниками є Росія, Франція, Італія, Польща, Канада, Швейцарія [8].

Моніторинг ринку питної води вказує на збільшення частки сегмента фасованої питної води, упакованої в тару місткістю 0,33–0,75 літрів та зростання споживання слабогазованої води в сегменті газованої. Так, у 2014 році у сегменті фасованої питної води зросла частка води, упакованої в тару місткістю 0,33–0,75 літрів, до 28 %, при тому, що

у 2011 році вона становила 24,2 %. А частка слабогазованої води, у сегменті газованих вод, становить 19 %, а у 2011 році вона була лише 7,9 %. Найбільший рівень споживання фасованої води за 2014 рік у розрахунку на одного мешканця спостерігався у містах-мільйонниках України (82,6 л). Лідером є Одеса (112,6 л), на другому місці – Київ (90,7 л). Найнижчий показник зафіксовано у регіонах (33,6 л) [13].

Відповідно, потенціал ринку фасованих мінеральних вод досить високий за умови гарантованого рівня якості та безпечності.

Експериментальні дослідження мінеральної природної фасованої води

Вода питна, призначена для споживання людиною (питна вода), – вода, склад якої за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними, паразитологічними та радіаційними показниками відповідає вимогам державних стандартів та санітарного законодавства (з водопроводу – водопровідна, фасована, з бюветів, пунктів розливу, шахтних колодязів та каптажів джерел), призначена для забезпечення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових та господарських потреб населення, а також для виробництва продукції, що потребує використання питної води [4].

Кожну одиницю споживчої тари з фасованою водою маркують етикетками згідно з чинними нормативними документами. Воду фасують безпосередньо біля місця видобутку з дотриманням санітарних вимог. Аналіз маркування та пакування дослідних зразків мінеральних природних столових вод наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Аналіз відповідності маркування та пакування питної фасованої води

Показники	ТМ «Vittel»	ТМ «Моршинська»	ТМ «Бонаква»	ТМ «Трускавецька»	ТМ «Бон Буассон»
Назва, повна адреса і телефон виробника, адреса потужностей виробництва	+	+	+	+	+
Місцезнаходження та номер водопункту	+	+	+	+	+
Мінералізація, г/дм ³	–	0,1–0,4	–	0,25–0,9	0,2–0,5
Хімічний склад	+	+	+	+	+
Стан води за ступенем насиченості діоксином вуглецю	Негазована	Негазована	Негазована	Негазована	Негазована
Походження	Мінеральна натуральна	Мінеральна природна	Мінеральна природна	Мінеральна природна	Мінеральна природна
Застосування води	Столова	Столова	Столова	Столова	Столова
Рекомендації щодо лікувального застосування	–	–	–	–	–
Основні протипоказання	–	–	–	–	–
Позначення нормативних документів	–	ДСТУ 878-93	ТУ У 15.9-14342901-019-2008	ДСТУ 878-93	ДСТУ 878-93
Кінцева дата споживання	+	+	+	+	+
Номер партії продукції	+	+	+	+	+
Умови зберігання	+	+	+	+	+
Споживча тара	ПЕТ тара	ПЕТ тара	ПЕТ тара	ПЕТ тара	ПЕТ тара
Місткість, л	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Герметичність пакування	+	+	+	+	+

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Під час проведення аналізу відповідності маркування та пакування негазованих фасованих мінеральних вод було виявлено, що відсутнє позначення нормативної документації на етикетці імпортованої мінеральної води ТМ “Vittel”, що підтверджує необхідність гармонізації вітчизняного та європейського законодавства щодо правил маркування. Виробники мінеральної води ТМ «Моршинська», ТМ «Трускавецька» та ТМ «Бон Буассон» мають грубе порушення Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів [17], вказавши на етикетці позначення стандарту ДСТУ 878-93, адже згідно з п. 3 передмови ДСТУ 878-2006 «Води мінеральні питні. Технічні умови», ДСТУ 878-2006 прийнято на заміну ДСТУ 878-93. На маркуванні зразків негазованої фасованої мінеральної води ТМ “Vittel” та ТМ «Бонаква» немає позначення щодо рівня мінералізації. Рекомендації щодо лікувального застосування та протипоказання властиві для лікувальних вод, а відповідні позначення чомусь відсутні на маркуванні. Отже, показники маркування та пакування зразків негазованої фасованої мінеральної води не відповідають вимогам Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів та п.п. 8, 9 ДСТУ 878-2006 «Води мінеральні питні. Технічні умови».

Визначення органолептичних показників якості фасованих вод здійснювали згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [10].

Для оцінювання якості питної фасованої води нами була розроблена 5-балова шкала оцінювання якості питної фасованої води (табл. 2).

Таблиця 2

Органолептичне оцінювання якості питної фасованої води

Назва показника	Характеристика за НД	ТМ “Vittel”	ТМ «Моршинська»	ТМ «Бонаква»	ТМ «Трускавецька»	ТМ «Бон Буассон»
1	2	3	4	5	6	7
Зовнішній вигляд	Дуже приємний, властивий питній воді	Дуже приємний, властивий питній воді	Приємний, властивий питній воді	Приємний, властивий питній воді	Приємний, властивий питній воді	Приємний, властивий питній воді
<i>Кількість балів</i>		4,9	4,6	4,7	4,5	4,3
Прозорість	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
<i>Кількість балів</i>		4,9	4,8	4,8	4,8	4,7
Присмак	Дуже приємний, властивий питній воді без стороннього присмаку	Дуже приємний, властивий питній воді без стороннього присмаку	Приємний, властивий питній воді, з незначним присмаком	Приємний, властивий питній воді, з незначним присмаком	Приємний, властивий питній воді, з незначним присмаком	Задовільний, властивий питній воді, з відчутним присмаком
<i>Кількість балів</i>		4,9	4,3	4,5	4,0	3,8
Запах	Дуже приємний, властивий питній воді, без стороннього запаху	Дуже приємний, властивий питній воді, без стороннього запаху	Приємний, властивий питній воді, без стороннього запаху	Приємний, властивий питній воді, без стороннього запаху	Приємний, властивий питній воді, без стороннього запаху	Приємний, властивий питній воді, без стороннього запаху
<i>Кількість балів</i>		4,8	4,5	4,3	4,5	4,5
Колір	Прозорий, характерний	Прозорий, характерний	Прозорий, з незначним забарвленням	Прозорий, з незначним забарвленням	Прозорий, з незначним забарвленням	Прозорий, з незначним забарвленням
<i>Кількість балів</i>		4,9	4,4	4,7	4,4	4,5
Загальна кількість балів		24,4	22,6	23,0	22,2	21,8

За результатами проведеного органолептичного оцінювання найвищий бал отримав зразок питної фасованої води ТМ “Vittel” за рахунок високих балів за всіма показника-

ми. Найнижчий бал за результатами органолептичного оцінювання отримав зразок ТМ «Бон Буассон» за рахунок низької оцінки за показником присмак.

Об'єктивне оцінювання передбачає комплексне поєднання органолептичних та фізико-хімічних показників. Фізико-хімічними методами визначали такі показники якості та безпечності питної фасованої води:

- водневий показник (рН);
- вміст заліза (ІІІ).

Водневий показник (рН) – це один з найважливіших показників якості води, що визначає характер і швидкість протікання хімічних і біологічних процесів, вказує на ступінь кислотності або лужності води. При нейтральному рН (7,0) кислоти і луги присутні у воді в рівній кількості (або відсутні зовсім). Таке середовище є найбільш збалансованим і оптимальним для проходження біохімічних реакцій в організмі. В той же час вода із зниженим рН має підвищену корозійну активність, а з підвищеним рН – має характерну лужність, неприємний запах, викликає подразнення очей і шкіри. У природі рівень рН зазвичай знаходиться в межах, за яких він безпосередньо не впливає на споживчі якості води.

Результати визначення водневого показника питної фасованої води, що характеризує кислотність середовища, надано на рис. 2.

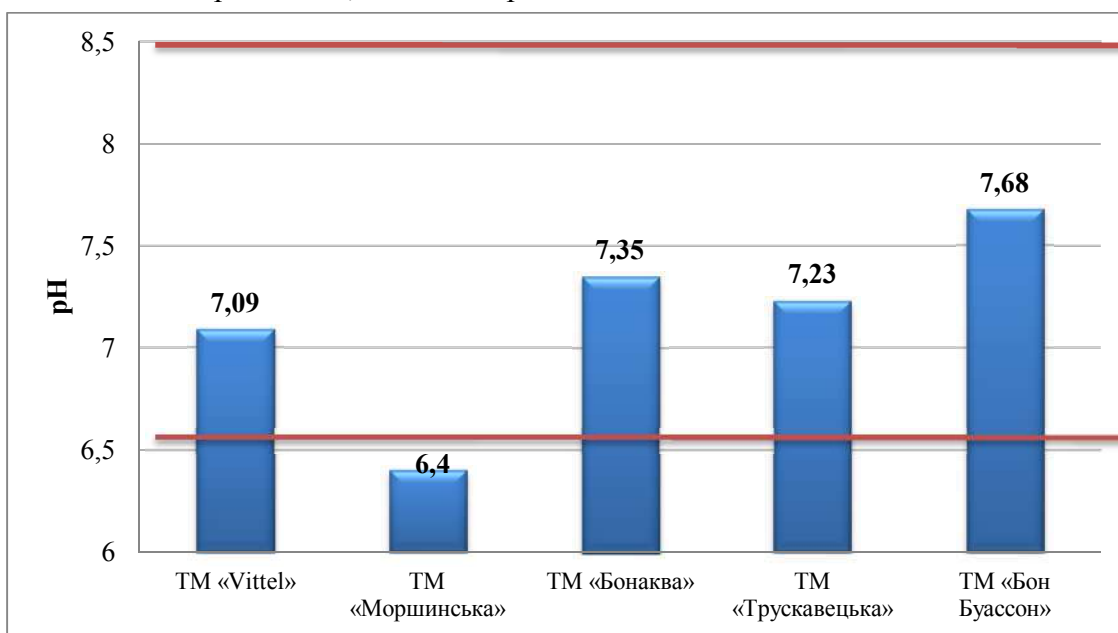


Рис. 2. Водневий показник питної фасованої води

Отже, водневий показник зразків фасованої води характеризувався такими значеннями: мінеральна вода ТМ «Vittel» – 7,09, мінеральна вода ТМ «Моршинська» – 6,4, мінеральна вода ТМ «Бонаква» – 7,35, мінеральна вода ТМ «Трускавецька» – 7,23, мінеральна вода ТМ «Бон Буассон» – 7,68.

Згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», водневий показник негазованої фасованої мінеральної води повинен становити від 6,5 до 8,5 рН. Єдиний зразок, який не відповідає вимогам стандарту – мінеральна вода ТМ «Моршинська» (рН 6,4). На наш погляд, це зумовлено тим, що під час контакту із повітрям у воді розчиняється вуглекислий газ, з якого утворюється вугільна кислота H_2CO_3 , внаслідок цього рН води знижується до 5,7–6. Наслідком такого явища є поява незначного кислого присмаку, що погіршує органолептичні властивості води.

У комплексі з оцінкою рівня кислотності визначали вміст заліза (III) – одного з найбільш поширених природних елементів. У воді поверхневих джерел залізо зазвичай міститься у формі органічних з'єднань, переважно колоїдних (не розчинних у воді). Залізо (III) – може створювати умови для розвитку бактеріального заліза. У результаті водопровідні системи здатні повністю «заростати» за декілька місяців. Вода, в якій міститься залізо, може мати райдужну плівку на поверхні та створювати залізоподібний осад на трубах водопровідних систем. Крім природного вмісту заліза (II) та заліза (III), у воді до нього додається корозія металевих поверхонь. Довготривале вживання людиною води із вмістом заліза більше 0,2 мг/л призводить до захворювань печінки, збільшенню ризику інфаркту тощо. При великих концентраціях заліза у воді виникає характерний металевий присмак, що негативно впливає на присмак напоїв [18].

Результати визначення вмісту заліза (III) в питній фасованій воді, що характеризує рівень забруднення та безпечність води, надано на рис. 3.

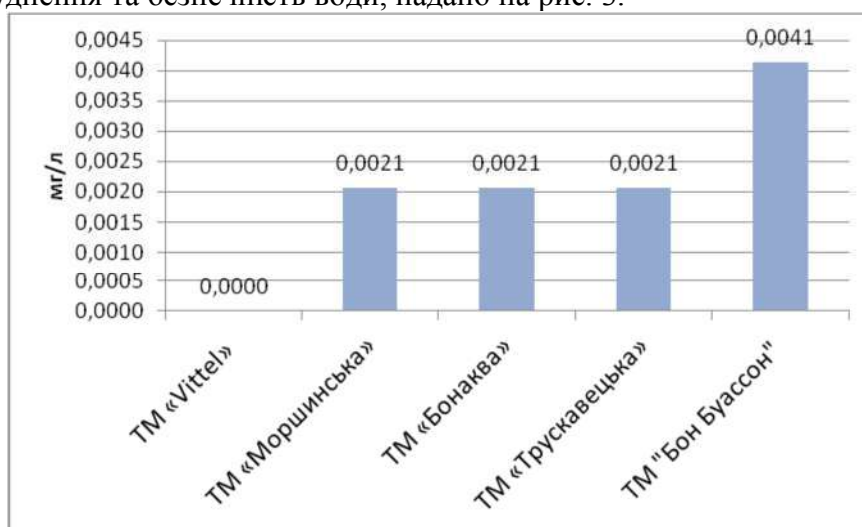


Рис. 3. Вміст заліза (III) у питній фасованій воді

Отже, вміст заліза (III) негазованої фасованої мінеральної води характеризувався такими значеннями: мінеральна вода ТМ «Vittel» – 0,0000 мг/л, мінеральна вода ТМ «Моршинська» – 0,0021 мг/л, мінеральна вода ТМ «Бонаква» – 0,0021 мг/л, мінеральна вода ТМ «Трускавецька» – 0,0021 мг/л, мінеральна вода ТМ «Бон Буассон» – 0,0041 мг/л. Згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» гранично допустимий вміст заліза для негазованої фасованої мінеральної води становить не більше 0,2 мг/л. Отже, можна зробити висновок, що вміст заліза в досліджуваних зразках негазованої фасованої мінеральної води відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [4].

Висновки і пропозиції. Таким чином, за результатами органолептичних та фізико-хімічних досліджень зразків негазованої фасованої мінеральної води встановлено:

– досліджувані зразки мінеральної води мають добрий рівень органолептичних властивостей;

– мінеральна вода ТМ «Моршинська» не відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» щодо водневого показника (рН 6,4), що пояснюється ймовірним порушенням технології виробництва внаслідок надмірного контакту води із повітрям;

– досліджувані зразки мають дуже низький рівень вмісту заліза (III), відповідають вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та є безпечними для споживання.

З метою забезпечення гарантованого рівня якості та безпечності питної фасованої води пропонуємо:

1. Забезпечити належне фінансування Загальнодержавної цільової програми «Питна вода України» на 2011-2020 роки.

2. Впровадити «Порядок державного обліку артезіанських свердловин...» (Постанова КМ України від 08.10.2012 р. № 963) та доопрацювати Кодекс України «Про надра» в частині видобутку питних підземних вод для власних господарсько-побутових потреб без отримання спеціальних дозволів та гірничого відведення;

3. Впровадити еколого-економічні методи управління водним господарством.

4. Запровадити прискорений моніторинг поверхневих та підземних водних об'єктів (наземного, ДЗЗ, постійно діючі моделі).

Список використаних джерел

1. *ГОСТ 4011-72*. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа. – М. : Издательство стандартов, 1974. – 8 с.
2. *ГОСТ 4151-72*. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости. – М., 1974. – 6 с.
3. *Дмитриева Е. А.* Социально-экологические проблемы качества воды водоемов – источников питьевого водоснабжения / Е. А. Дмитриева, Л. Г. Игнатенко, И. В. Колдоба // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. – К. : Техника, 2004. – Вып. 55. – С. 50–59.
4. *ДСанПін 2.2.4-171-10*. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – [Чинний від 2010–12–05]. – К. : МОЗ, 2006. – 14 с.
5. *ДСТУ 4077-2001*. Якість води. Визначення рН. – К. : Держспоживстандарт, 2003. – 10 с.
6. *ДСТУ 4808:2007*. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. – [Чинний з 01.01.2009 р.]. – К. : Держспоживстандарт, України, 2007. – 39 с.
7. *Круглова О. А.* Вдосконалення нормативної бази фасованих мінеральних і питних вод : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.01.02 / О. А. Круглова. – Львів, 2009. – 23 с.
8. *Маркетинговий аналіз ринку мінеральної води в Україні* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <<http://koloro.com.ua/blog/breeding-i-marketing/marketingovyj-analiz-rynka-mineralnoj-vody-v-ukraine.html/>>.
9. *На ринке мінеральних вод правят бал отечественные производители* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <<http://kontrakty.ua/article/76461/>>.
10. *Офіційний сайт Держкомстату України* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <<http://www.ukrstat.gov.ua>>.
11. *Про питну воду та питне водопостачання* : Закон України від 10.01.2002 № 2918–III.
12. *Про стан безпеки водних ресурсів держави та забезпечення населення якісною питною водою в населених пунктах України*: Рішення РНБО України від 27.02.2009 р., введене в дію Указом Президента № 221 від 6.04.2009 р.
13. *Ринок бутильованої води зростає* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://franchising.ua/stattya/2609/riнок-butilovanoi-vodi-zrostaе/>.
14. *Ринок мінеральної води в Україні* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <<http://volwestgroup.com/ru/news/view/524/>>.
15. *Сидоренко О. В.* Наукові проекти науково-дослідного інституту «Держводекологія» / О. В. Сидоренко // Інтегроване управління водними ресурсами : наук. збірник. – 2014. – С. 12–18.
16. *Сидоренко О. В.* Фактори формування якості води питної / О. В. Сидоренко, Ю. О. Якобчук // Україна та ЄС: подолання технічних бар'єрів у торгівлі (Київ, 18–19 березня 2015 року) : тези доп. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2015. – С. 261.
17. *Технічний регламент щодо правил маркування харчових продуктів.*
18. *Філов В. А.* Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп : справочник / В. А. Філов. – Ленинград : Химия. – 1989. – 592 с.
19. *Щербак В. І.* Оцінка потенційних і наявних загроз екологічному стану, якості води і біорізноманіттю різнотипних водойм і водотоків мегаполіса / В. І. Щербак // Інтегроване управління водними ресурсами. – К., 2013. – № 1. – С. 26–39.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

20. *Якобчук Ю. О.* Актуальні проблеми безпечності води питної / Ю. О. Якобчук, О. В. Сидоренко // Інноваційні технології розвитку сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємства: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів (2 квітня 2015 р.) : тези у 2-х ч. Ч. 1 / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2015. – С. 239.

21. *Directive 2000/60/EC* of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities, 22.12.2000, EN, L. 327/1.

22. *Guidelines for drinking-water quality* / World Health Organization. – Geneva. – 1997.

23. *Sydorenko O. V., Goncharova I. V., Moisienko O. B.* Advanced sensory and instrumental methods in food analysis // 18-th IGWT Symposium “Technology and Innovation for a Sustainable Future: a Commodity Science Perspective”. – Rome, Italy, 2012, electronic version.

24. *Water and health in Europe/WHO regional publications European series No.93.*

Сидоренко Олена Володимирівна – доктор технічних наук, професор, професор кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю, Київський національний торговельно-економічний університет (вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна).

Сидоренко Елена Владимировна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры товароведения, управления безопасностью и качеством, Киевский национальный торгово-экономический университет (ул. Киото, 19, г. Киев, 02156, Украина).

Sydorenko Olena – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of department commodity research, safety management and quality, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kyoto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

Якобчук Юлія Олександрівна – аспірант, аспірант кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю, Київський національний торговельно-економічний університет (вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна).

Якобчук Юлия Александровна – аспирант, аспирант кафедры товароведения, управления безопасностью и качеством, Киевский национальный торгово-экономический университет (ул. Киото, 19, г. Киев, 02156, Украина).

Yakobchuk Yuliia – PhD student, PhD student of department commodity research, safety management and quality, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kyoto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

Победаш Микола Михайлович – асистент кафедри товарознавства, експертизи, митної справи та торгівлі, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Победаш Николай Михайлович – ассистент кафедры товароведения, экспертизы, таможенного дела и торговли, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Pobedash Mykola – assistant lecturer of Department of commodity, examination, customs business and trade, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

УДК 620.197.3

Олена Бондар

ПОХІДНІ ПРИМІДИНУ ТА ЇХ ІНГІБУВАЛЬНА ДІЯ НА КОРОЗІЮ МАЛОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

Елена Бондарь

ПРОИЗВОДНЫЕ ПИРИМИДИНА И ИХ ИНГИБИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ НА КОРРОЗИЮ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Olena Bondar

INHIBITION ACTION OF PYRIMIDINE DERIVATIVES ON CORROSION OF MIDL STEEL

Встановлено, що досліджені похідні піримідину у кислому хлоридному середовищі забезпечують ступінь захисту маловуглецевої сталі 45,9–94,8%. Більш ефективною є сполука з двома конденсованими циклами триазолопіримідину та піразолопіримідину. Для моноциклічної похідної ступінь захисту не залежить від концентрації кислоти. Для сполуки з зазначеними конденсованими системами ефективність інгібування в 0,1М розчині HCl вища, ніж у 1М, що зумовлено різним ступенем протонування молекули. Похідні з піримідиновим циклом здатні утворювати поверхневі сполуки на сталі, що зумовлює ефект післядії. Для інгібування корозії у розчині сульфатної кислоти та мікробної корозії сталі Ст3пс досліджені похідні виявилися малоефективними, ступінь захисту не перевищує 39,9 та 22,4% відповідно.

Ключові слова: похідні піримідину, інгібітор, корозія, маловуглецева сталь.

Рис.: 1. Табл.: 3. Бібл.: 12.

Установлено, що досліджані похідні пиримідину в кислому хлоридному середовищі забезпечують ступінь захисту м'якої сталі 45,9–94,8 %. Більш ефективною є речовина з двома конденсованими циклами триазолопиримідину та триазолопиридину. Для моноциклічного похідного ступінь захисту не залежить від концентрації кислоти. Для сполучення з вказаними конденсованими системами ефективність інгібування в 0,1М розчині НСІ вище, ніж в 1М, що обумовлено різною ступенню протонування молекули. Похідні пиримідину здатні утворювати поверхневі сполучення на сталі, що обумовлює ефект післядії. Для інгібування корозії в розчині серної кислоти та мікробної корозії сталі СтЗпс досліджувані похідні малоефективні: ступінь захисту не перевищує 39,9 і 22,4 % відповідно.

Ключові слова: похідні пиримідину, інгібітор, корозія, м'яка сталі.

Рис.: 1. Табл.: 3. Бібл.: 12.

Established that investigated pyrimidine derivatives in acid chloride medium provide protective effect of mild steel 45,9–94,8 %. More effective is the substance with two condensed triazolopyrimidine and pyrazolopyridine cycles. For monocyclic derivative protective effect does not depend on concentration of acid. For substance with condensed systems efficiency of inhibition in 0,1M HCl above than in 1M HCl caused by different protonation degree of molecules. Pyrimidine derivatives can form superficial compounds on steel that causes aftereffect efficiency. Investigated derivatives are ineffective for inhibition of St3ps steel corrosion in sulfuric acid solution and microbial corrosion: protective effect does not exceed 39,9 and 22,4 % accordingly.

Key words: pyrimidine derivatives, inhibitor, corrosion, mild steel.

Fig.: 1. Tabl.: 3. Bibl.: 12.

Постановка проблеми. Маловуглецева сталь є одним з основних конструкційних матеріалів, суттєвим недоліком якої є відносно низька корозійна стійкість [1]. Тому експлуатація споруд із зазначеної сталі, особливо у кислотних середовищах та середовищах, де відбувається мікробна корозія, потребує використання інгібіторів.

Інгібітори кислотної корозії маловуглецевої сталі виявлені серед похідних імідазолу, триазолу, піридину, бензімідазолу, імідазоазепіну, триазолоазепіну [2]. Незважаючи на значну кількість відомих нітрогеновмісних гетероциклічних сполук із встановленою інгібувальною дією у кислотних середовищах, такі дослідження не втрачають актуальності [3–6]. Перспективними, але недостатньо дослідженими як інгібітори корозії, є сполуки з пиримідиновим циклом як ізольованими, так і у складі гетероциклічних систем, зокрема піразолопиримідину та триазолопиримідину.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [3–7] показано, що моно- та біциклічні похідні пиримідину виявляють інгібувальну дію під час корозії сталі в кислотних середовищах. Так, А. S. Fouda встановив, що похідні 4,6-диметил пиримідину в 1М розчині НСІ під час концентрації 0,017 ммоль/л виявляють ступінь захисту до 74,1 % [3]. Похідні, що містять ізольовані триазольний та пиримідиновий цикли в 1М розчині сульфатної кислоти під час концентрації 1 ммоль/л виявляють захист маловуглецевої сталі до 99,7 % [5]. Водночас більшість ефективних інгібіторів містять конденсовані цикли, зокрема триазолоазепіновий [7], бензопіразольний [4] та інші. Так, 2-(*m*-метоксифеніл) імідазо[1,2-*a*]пиримідин в 1М розчині НСІ у ході концентрації 1 ммоль/л виявляє ступінь захисту сталі С38 до 98,8 % [6]. Сполуки, до складу яких входить конденсована система з пиримідиновим циклом, зокрема триазолопиримідину, як інгібітори кислотної корозії не досліджені.

У значній кількості публікацій інгібувальні властивості пояснюються з урахуванням квантово-хімічних показників молекул і встановлені залежності між захисною дією та зарядами на основних адсорбційно-реакційних центрах або енергетичними характеристиками [8]. Такий підхід вважається актуальним, тому що дозволяє прогнозувати захисну дію сполук у рядах, для яких встановлені зазначені залежності.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є дослідження інгібувальної дії похідних пиримідину за умов кислотної та мікробної корозії маловуглецевої сталі СтЗпс.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліджено дві похідні пиримідину: 2-(3-гідрокси-пропіоаміно)-6-метил-3*H*-пиримідин-4-он (Ін 1) та 7-метил-3-[(6-метил-4-оксо-4,7-дигідро-3*H*-піразоло[3,4-*b*]пиридин-3-іл)метил]-[1,2,4]-триазоло[4,3-*a*]пиримідин-5(8*H*)-он (Ін 2), формули яких представлено на рис. Сполука Ін 1 являє собою моноциклічну систему, а Ін 2 містить дві конденсовані нітрогеновмісні системи.

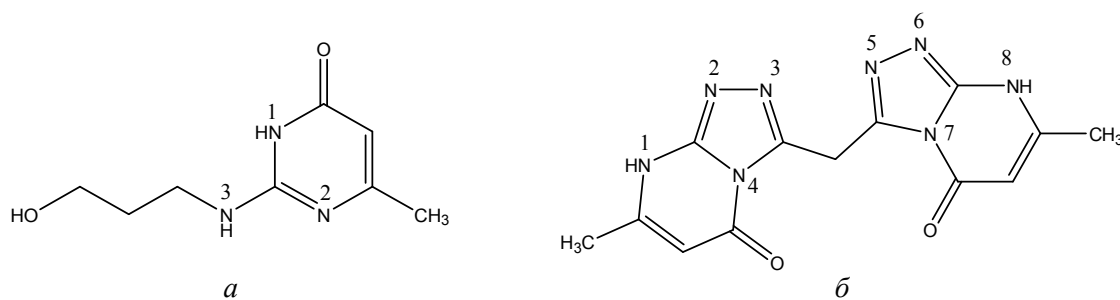


Рис. Структурні формули досліджених похідних піримідину: а – Ін 1; б – Ін 2

Речовини одержані під керівництвом д-ра фармац. наук проф. А.М. Демченка Структура отриманих сполук підтверджена методом ЯМР 1H -спектроскопії (DPX-400, розчинник ДМСО- d_6 , внутрішній стандарт ТМС).

Ступінь протонування молекул досліджених речовин при різних значеннях рН середовища оцінювали з використанням програми ACD/LogD, version 6.00.

Заряди на атомах та енергетичні характеристики ($E_{\text{НОМО}}$ – енергія вищої зайнятої молекулярної орбіталі та $E_{\text{ЛУМО}}$ – енергія нижньої вакантної молекулярної орбіталі) молекул розраховано з використанням пакета програм ChemOffice 9.0 (Cambridgesoft Inc.) за методом РМЗ (Parameterization Model version 3). Цей метод використовується для органічних молекул, що містять елементи головних підгруп I та II груп періодичної системи, і дозволяє отримувати більш якісні результати у порівнянні з іншими методами для молекул, що містять нітроген та кисень. За величиною енергетичної щілини ΔE ($\Delta E = E_{\text{ЛУМО}} - E_{\text{НОМО}}$) характеризували реакційну здатність молекул.

Ефективність інгібіторів оцінювали гравіметричним методом. Використовували пластини маловуглецевої сталі Ст3пс (30×40×1,5 мм) відшліфовані за 4–5 класом чистоти. Перед внесенням у корозійне середовище зразки сталі знежирювали спиртом і зважували на аналітичних терезах з точністю до $5 \cdot 10^{-5}$ г. Розраховували швидкість корозії без та за наявності інгібіторів ($K_m = \Delta m / (S \cdot \tau)$, де Δm – втрата маси зразка, г; S – площа зразка, m^2 ; τ – час, год), глибинний показник ($\Pi = K_m \cdot 8,76 \cdot 10^{-3} / 7,86$, мм/рік; де 7,86 – щільність сталі, g/cm^3), коефіцієнт гальмування корозії ($\gamma = K_m / K_m'$, де K_m, K_m' – швидкість корозії без та за наявності інгібітора), ступінь захисту ($Z = 1 - 1/\gamma$).

Як корозивні середовища використовували 0,1М та 1М розчини HCl, 1М розчин H_2SO_4 . Час витримки зразків 24 години при температурі 293 К та 1 година при 313 К. Концентрація інгібіторів 0,5 та 1 г/л. Для виявлення ефекту післядії зразки після витримки в інгібованому середовищі висушували та занурювали в неінгібоване середовище на 24 години.

Дослідження мікробної корозії проводили у середовищі Постгейта «В», інокульованому сульфیدогенним корозійним мікробним угрупованням. Титр сульфатвідновлювальних бактерій в інокуляті $1 \cdot 10^8$ клітин/мл. Інокулят додавали до середовища у співвідношенні об'ємів 1:10 [9]. Час витримки зразків 240 годин при 300 К. Концентрація інгібітора 0,5 г/л. Біоцидну дію сполук щодо сульфатвідновлювальних бактерій вивчали паперово-дифузійним методом [10].

Статистичне оброблення результатів щодо швидкості корозії (середнє значення та його похибка) здійснювали за допомогою пакета «Описова статистика» програми Microsoft Excel для рівня надійності 95 %. Відносна похибка не перевищує 10 %. Повторність дослідів триразова.

Встановлено, що досліджені похідні піримідину у кислому хлоридному середовищі забезпечують ступінь захисту 45,9–94,8 % (табл. 1).

Таблиця 1

Результати гравіметричних досліджень інгібування корозії сталі Ст3пс
у кислих розчинах похідними піримідину

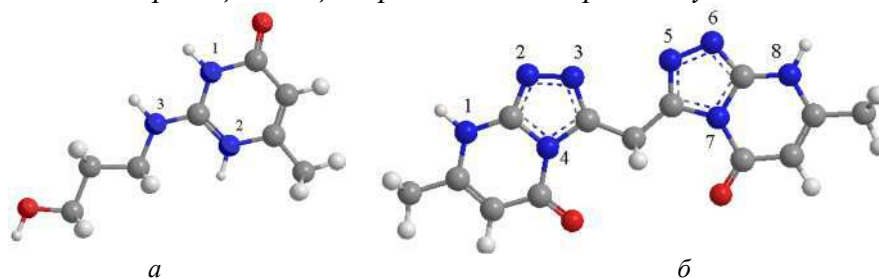
Корозивне середовище	Ін	$C_{ін}$, г/л	T, К	K_m , г·м ⁻² ·год ⁻¹	Π , мм·рік ⁻¹	γ	Z, %
1M HCl	без Ін	–	293	1,020	1,142	–	–
1M HCl	Ін 1	0,5	293	0,551	0,618	1,85	45,9
1M HCl	Ін 2	0,5	293	0,199	0,223	5,13	80,5
0,1M HCl	без Ін	–	293	0,608	0,681	–	–
0,1M HCl	Ін 1	0,5	293	0,309	0,346	1,97	49,3
0,1M HCl	Ін 2	0,5	293	0,075	0,084	8,14	88,1
0,1M HCl	Ін 2	1,0	293	0,032	0,036	19,18	94,8
0,1M HCl	без Ін	–	313	10,800	12,096	–	–
0,1M HCl	Ін 2	0,5	313	1,901	2,129	5,68	82,4
1M H ₂ SO ₄	без Ін	–	293	4,484	5,022	–	–
1M H ₂ SO ₄	Ін 2	0,5	293	2,699	3,023	1,66	39,9

Більш ефективною виявилась сполука Ін 2, що узгоджується з уявленнями про вищу інгібувальну дію сполук з конденсованою гетероциклічною системою порівняно з моноциклічними системами [11; 12]. У розчині сульфатної кислоти інгібувальна дія похідних піримідину значно нижча, що показано на прикладі Ін 2 (табл. 1).

За даними розрахунків встановлено, що молекула Ін 1 у досліджених 0,1M та 1M розчинах існує у вигляді катіона: протонування відбувається по атому N2 при рН<3,2. У протонованій молекулі всі атоми нітрогену Ін 1 мають невисокий заряд (табл. 2), що разом з відносно малою площею екранування поверхні металу пояснює низький ступінь захисту, який практично однаковий у розчинах 0,1M та 1M HCl.

Таблиця 2

Просторові моделі (а - Ін 1; б - Ін 2) та розподіл зарядів на основних адсорбційно-реакційних центрах похідних піримідину



Форма молекули	Розподіл зарядів на атомах нітрогену										
	Ін 1			Ін 2							
	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
нейтральна	-0,494	-0,317	-0,484	0,228	-0,092	0,005	0,158	0,006	-0,091	0,159	0,228
катіон	-0,022	0,150	0,055	0,222	0,267	-0,134	0,059	-0,134	0,267	0,059	0,222

Водночас ця сполука характеризується високою реакційною здатністю: енергетична щільність становить 2,154 еВ (табл. 3). Тож молекули Ін 1, вірогідно, можуть утворювати поверхневі сполуки за рахунок передачі електронної густини з атома нітрогену, зокрема N1, на вільні d-орбіталі феруму. Це підтверджується наявністю ефекту післядії, який становить 48,2 % у 1M HCl та 45,5 % у 0,1M розчині HCl, тобто практично збігається зі ступенем захисту Ін 1 у відповідній кислоті.

Таблиця 3

Енергетичні характеристики похідних піримідину

Сполука	$E_{НОМО}$, еВ	E_{LUMO} , еВ	ΔE , еВ
Ін 1	-8,849	-6,695	2,154
Ін 2	-8,646	-0,578	8,068

Значно більшу площу екранування поверхні сталі і, відповідно, високий ступінь захисту забезпечує сполука 2, обидві гетероциклічні системи в молекулі якої розташовані в одній площині (табл. 2). Для Ін 2 характерна різна ефективність у досліджених розчинах хлоридної кислоти: коефіцієнт гальмування корозії у 0,1М розчині в 1,6 раза більше за такий у 1М розчині. Це пояснюється тим, що протонування молекули, як показали розрахунки за програмою ACD/LogD, відбувається при $\text{pH} < 0,3$ одночасно за двома атомами нітрогену N2 та N6 (табл. 2). Тобто у 0,1М HCl молекула не протонувана, а в 1М розчині знаходиться у вигляді катіона. Для Ін 2 також характерна здатність утворювати поверхневі сполуки, про що свідчить збереження інгібувальної дії з підвищенням температури (табл. 1) та наявність ефекту післядії, який у 0,1М розчині HCl виявлений на рівні 54,5 %. Низьке значення ефекту післядії, порівняно із захисним ефектом, зумовлено нижчою реакційною здатністю сполуки Ін 2, порівняно з Ін 1, на що вказує більша величина енергетичної щільності.

Дослідження більш ефективного при кислотній корозії Ін 2 за умов мікробної корозії показало його низьку інгібувальну дію. Ступінь захисту становить лише 22,4 %, що пояснюється відсутністю біоцидної дії на сульфатвідновлювальні бактерії – головний чинник мікробної корозії.

Висновки. Під час інгібування корозії у кислому хлоридному середовищі більш ефективною є похідна піримідину Ін 2 з двома конденсованими циклами, яка в 0,1М HCl виявляє ступінь захисту до 94,8 % при концентрації 1 г/л. Для інгібування корозії у розчині сульфатної кислоти та мікробної корозії сталі досліджені похідні виявилися малоефективними, ступінь захисту не перевищує 39,9 та 22,4 % відповідно.

Список використаних джерел

1. *Металознавство* : [підручник] / О. М. Біляк, В. С. Черненко, В. М. Писаренко, Ю. Н. Москаленко. – К. : ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2008. – 384 с.
2. *Кузнецов Ю. И.* Физико-химические основы защиты металлов ингибиторами коррозии класса азолов / Ю. И. Кузнецов, Л. П. Казанский // *Успехи химии*. – 2008. – Т. 77, № 3. – С. 227–241.
3. *Fouda A. S.* Dimethyl Pyrimidine Derivatives as Corrosion Inhibitors for Carbon Steel in Hydrochloric Acid Solutions / A. S. Fouda, Y. M. Abdallah, D. Nabil // *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. – 2014.– Vol. 3, Issue 5. – P. 12965–12982.
4. *Parameswari K.* Study on the Inhibition of Mild Steel Corrosion by Benzoisoxazole and Benzopyrazole Derivatives in H_2SO_4 Medium / K. Parameswari, S. Rekha, S. Chitra, E. Kayalvizhy // *Portugaliae Electrochimica Acta*. – 2010. – Vol. 28 (3). – P. 189–201.
5. *Adsorption and Inhibitive Properties of Triazolopyrimidine Derivatives in Acid Corrosion of Mild Steel* / K. Parameswari, S. Chitra, S. Kavitha [et al.] // *E-Journal of Chemistry*. – 2011. – Vol. 8 (3). – P. 1250–1257.
6. *Comparative Study of Pyridine and Pyrimidine Derivatives as Corrosion Inhibitors of C38 Steel in Molar HCl* / A. Ghazoui, R. Saddik, N. Benchat [et al.] // *International Journal of Electrochemical Science*. – 2012. – Vol. 7. – P. 7080–7097.
7. *Противокоррозионные свойства соединений с замещенным триазолоазепиниевым циклом как эффект синергизма* / И. Курмакова, С. Приходько, Н. Демченко [и др.] // *Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів* : в 2 т. Спецвипуск журналу «Фізико-хімічна механіка матеріалів». – 2010. – № 8. – С. 454–459.
8. *Bentiss F.* Heterocyclic compounds as corrosion inhibitors for mild steel in hydrochloric acid medium – correlation between electronic structure and inhibition efficiency / F. Bentiss, M. Lagrenee // *J. Mater. Environ. Sci.* – 2011. – Vol. 2 (1). – P. 13–17.
9. *Демченко Н. Р.* Метаболічна та корозійна активність сульфатвідновлювальних бактерій за присутності четвертинних солей триазолоазепінію / Н. Р. Демченко, І. М. Курмакова, О. П. Третяк // *Вісник Запорізького університету*. – 2008. – № 2. – С. 41–46.

10. Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках : [учеб. для биол. спец. ун-тов] / Н. С. Егоров. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Высш. шк., 1986. – 447, [1] с.

11. Связь адсорбционных и коррозионно-электрохимических параметров с электронным строением бензотиазола / Г. Л. Маковей, В. Г. Ушаков, В. К. Багин [и др.] // Журнал прикладной химии. – 1989. – Т. 62, № 6. – С. 1333–1338.

12. Ингибирующая активность моно-, би- и трициклических производных имидазола / В. Г. Старчак, Н. А. Кузина, Б. А. Прийменко [и др.] // Журнал прикладной химии. – 1997. – Т. 70, № 5. – С. 769–773.

Бондар Олена Сергіївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри хімії, Чернігівський національний університет імені Т. Г. Шевченка (вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Україна).

Бондарь Елена Сергеевна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры химии, Черниговский национальный педагогический университет имени Т. Г. Шевченко (ул. Гетмана Полуботка, 53, г. Чернигов, 14013, Украина).

Bondar Olena - PhD in Technical Sciences, senior lecturer of department of chemistry, Chernihiv National Pedagogical University named after T. G. Shevchenko (53 Hetmana Polubotka Str., 14013 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: kurmakova@mail.ru

УДК 664.661

Оксана Гуменюк, Марія Ксенюк, Руслан Ільїн

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ПРИГОТУВАННЯ БІЛОГО ХЛІБА З ДОБАВКОЮ ПШЕНИЧНИХ ЗЕРЕН

Оксана Гуменюк, Мария Ксениук, Руслан Ильин

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛОГО ХЛЕБА С ДОБАВКОЙ ПШЕНИЧНЫХ ЗЕРЕН

Oksana Humeniuk, Mariia Kseniuk, Ruslan Ilin

IMPROVING OF THE METHOD FOR PRODUCING WHITE BREAD WITH ADDITION OF WHEAT GRAINS

Одним із способів збагачення білого хліба з борошна вищого татунку є додавання в нього зерна злакових культур. Такий хліб відрізняється від звичайного підвищеним вмістом багатьох незамінних поживних речовин: білків, вітамінів, мінеральних елементів, харчових волокон та ін. Вживання збагаченого зерновими добавками хліба дозволить поліпшити роботу кишечника, зменшити ризик виникнення діабету, серцево-судинних захворювань, нормалізувати жовчовиділення тощо. Проведено дослідження щодо впливу різних видів зернових добавок (недущеного пшеничного зерна, пшеничних круп № 1 і № 3) на фізико-хімічні та органолептичні показники білого хліба. Для приготування тіста обрали ферментацію на основі закваски, використання якої позитивно впливає на органолептичні властивості хліба, поліпшує текстуру й уповільнює процес черствіння хліба. На основі одержаних результатів запропоновані нові способи приготування білого хліба з добавкою пшеничних зерен.

Ключові слова: збагачений білий хліб, недущене зерно, пшеничні крупы, біологічна та харчова цінність хліба, органолептичні показники хліба, пористість, кислотність хліба, закваска.

Рис.: 3. Табл.: 4. Бібл.: 10.

Одним из способов обогащения белого хлеба из муки высшего сорта является добавление в него зерна злаковых культур. Такой хлеб отличается от обыкновенного хлеба повышенным содержанием многих незаменимых питательных веществ: белков, витаминов, минеральных элементов, пищевых волокон и др. Употребление обогащенного зерновыми добавками хлеба позволит улучшить работу кишечника, уменьшить риск возникновения диабета, сердечнососудистых заболеваний, нормализует выделение желчи и т. д. Проведены исследования влияния различных видов зерновых добавок (неочищенного пшеничного зерна, пшеничных круп № 1 и № 3) на физико-химические и органолептические показатели белого хлеба. Для приготовления теста выбрали ферментацию на основе закваски, использование которой положительно влияет на органолептические свойства хлеба, улучшает текстуру и замедляет процесс черствения хлеба. На основе полученных результатов предложены новые способы приготовления белого хлеба с добавкой пшеничных зерен.

Ключевые слова: обогащенный хлеб, неочищенное зерно, пшеничные крупы, биологическая и пищевая ценность хлеба, органолептические показатели хлеба, пористость, кислотность хлеба, закваска.

Рис.: 3. Табл.: 4. Библ.: 10.

One way of enriching of white bread is to add of grain cereals. This bread is different from the usual bread increased content of many essential nutrients: protein, vitamins, minerals, fiber and so on. The use of such enriched bread will improve the bowels, reduce the risk of diabetes, heart disease, etc. normalize bile secretion. The impact of different types of grain additives (whole or almost-whole wheat grains) on the physico-chemical and organoleptic properties of white bread has been studied. For preparation of the dough was chosen sourdough fermentation, the use of which positively affect the organoleptic

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

properties of bread, improves texture and slow process the staling of bread. Based on the results obtained the new methods of preparation of white bread with wheat grain have been proposed.

Key words: *enriched bread, whole or almost-whole wheat grains, biological and nutritional value of bread, organoleptic parameters of bread, porosity and acidity of bread, sourdough.*

Fig.: 3. Tabl.: 4. Bibl.: 10.

Постановка проблеми. Оскільки хліб та хлібобулочні продукти з пшениці є важливою складовою в раціоні людей у багатьох країнах, то такі продукти харчування мають бути здоровими і корисними. В той же час, у більш розвинених країнах поширеним явищем на сьогодні є споживання рафінованих борошняних виробів. Існує багато досліджень, проведених на тваринах, а також зареєстрованих випадків, пов'язаних з людьми, які показують серйозні наслідки нестачі поживних речовин, у випадку, коли рафіновані борошняні вироби є головними продуктами в харчуванні.

Недоліком хліба, виготовленого з пшеничного борошна вищого ґатунку, є низька біологічна цінність, зокрема недостатній вміст білків, харчових волокон, вітамінів, що зумовлене використанням для його виробництва борошна вищого ґатунку, з якого видалені зародок і оболонкові частини, які є цінними джерелами зазначених нутрієнтів.

Поживну цінність хліба можна підвищити, збагативши його добавками білків, вітамінів, мінеральних речовин та ін. З цього погляду особливий інтерес являє собою виробництво і споживання зернового пшеничного хліба, перевагами якого є вміст цінних компонентів зерна, що досягається збереженням периферійних частин зернівки, а також хліба з добавками зерен злакових культур. Але якщо матеріалу щодо способів приготування зернового хліба існує велика кількість, то інформації стосовно рецептур та технологічних параметрів і режимів приготування білого хліба, збагаченого добавками зерен злакових, є обмаль.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що рафіновані типи борошна за своїм складом суттєво відрізняються від зерна, з якого були одержані: мають високий вміст крохмалю, позбавлені харчових волокон (які є необхідними для зменшення глікемії і секреції інсуліну, а також сприяють корисній ферментації під дією бактерій), вітамінів та ін. есенціальних речовин [1]. Тому готові вироби з такого борошна не є придатними для попередження або зниження ризиків хвороб цивілізації (надмірна вага, запори, діабет, гіперхолестеролемія, метаболічний синдром, кардіоваскулярні хвороби, деякі види раку, серед яких рак прямої кишки), а отже мають бути віднесені до таких харчових продуктів, які повинні вживатися як можна менше. Вирішенням проблеми збагачення хлібобулочних виробів було б повернення до використання в хлібопеченні борошна грубого помелу, та як відреагує на такі зміни більшість споживачів невідомо. Тож альтернативою залишається збагачення пшеничного хліба з рафінованих сортів борошна зернами злакових і незлакових культур.

Хліб, приготовлений з нелущеного зерна, містить як зародок (джерело токоферолу й поліненасичених жирних кислот), так і зернові оболонки (багаті вітамінами В, А, Е і РР, мікроелементами, такими як калій, натрій, молібден, фосфор, йод, залізо, кальцій та харчовими волокнами) насіння, що дозволяє зберегти всі вихідні природні переваги зерна [1; 2]. Харчові волокна, як відомо [3], чинять сприятливу дію на роботу шлунково-кишкового тракту: покращують стан кишкової мікрофлори, виводять зайвий холестерин і пов'язують кишкові жовчні кислоти, що мають атерогенну активність.

Водночас, відомо [4], що хліб із зерновими добавками може мати підвищений вміст фітатів (myo-inositolhexakisphosphate, InsP-6), які мають здатність пов'язувати мінерали, зокрема кальцій, цинк, залізо, знижуючи їх біодоступність і, таким чином зменшуючи поживну цінність кінцевого продукту. Є відомості [5], що замочування зерна і борошна в кислому середовищі за температури, а також процес ферментації тіста з використанням закваски зменшує або навіть усуває фітінову кислоту за рахунок активності ферменту фітази.

Для збагачення білого хліба можна використовувати і пшеничну крупу, яка звичайно містить менше вітамінів, мінералів та харчових волокон у порівнянні з нелущеним зерном, так як крупа – це зерно пшениці або частинки подрібненого зерна, звільнені від зародка і частково від оболонки.

Існує багато відомостей про використання у виробництві хліба з висівками, з борошна грубого помелу та інших видів збагаченого хліба закваски, замість пивних дріжджів [6; 7].

Закваски використовуються у виробництві хліба з давніх часів і їх здатність поліпшувати якість і подовжувати термін зберігання хліба широко описані в літературі. Під час заквасної ферментації молочнокислі бактерії (*Lactobacillus* (LAB), зокрема *Lactobacillus sanfranciscensis*) продукують численну кількість метаболітів, які позитивно впливають на текстуру і черствіння хліба, наприклад, органічні кислоти, екзополісахариди (EPS, наприклад, декстран), глутамат, орнітин, леткі ароматизатори, протимікробні сполуки та ферменти. EPS, що виробляються LAB, є альтернативною дорожчим гідроколоїдам, які використовуються як хлібопекарські поліпшувачі. Органічні кислоти впливають на білкові і крохмальні фракції борошна. Крім того, зниження рН, пов'язаного з утворенням кислот збільшує протеазну й амілазну активність борошна, що призводить до зниження черствіння. Разом із поліпшенням якості текстури хліба використання закваски також приводить до збільшення корисних властивостей хлібобулочних виробів через зниження глікемічного індексу, зниження вмісту антипоживних або токсичних компонентів, а також до збільшення мінеральної біодоступності й зменшення вмісту фітатів [8].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Таким чином, проведений аналіз наукових публікацій дав змогу виділити основні напрямки вдосконалення способів приготування білого хліба з добавками зерен злакових культур: вибір типу добавки (нелущене зерно, крупа) та виду ферментації тіста (дріжджовий чи на заквасці).

Мета статті. Головною метою цієї роботи є дослідження впливу рецептури і технологічних параметрів на органолептичні, фізико-хімічні властивості та процес зберігання зернового хліба.

Виклад основного матеріалу дослідження. Першим етапом досліджень способу приготування білого хліба, збагаченого добавкою пшеничних зерен (надалі збагаченого білого хліба), було розроблення рецептури хліба з добавкою лущеного зерна типу пшеничної крупы Полтавська № 1, недиспергованого (зразок 1) та диспергованого після набухання (зразок 2) і крупки пшеничної дробленої типу Полтавська № 3 (зразок 3) із сортивів пшениці III типу (табл. 1).

Таблиця 1

Пофазна рецептура приготування хліба з борошна пшеничного вищого гатунку з добавкою пшеничних зерен

Показники	Варіанти			
	контроль	1	2	3
Сировина, г				
Борошно пшеничне вищого гатунку	600,0	300,0	300,0	300,0
Зерно типу крупа Полтавська № 1	–	300,0	–	–
Зерно типу крупа Полтавська № 1, диспергована після набухання	–	–	300	–
Крупка пшенична дроблена типу Полтавська № 3, ненабухла	–	–	–	300
Олія соняшникова	20,0	20,0	20,0	20,0
Дріжджі пресовані	15,0	15,0	15,0	15,0
Сіль	7,0	7,0	7,0	7,0
Вода	371,18	286,64	259,36	232,1
Маса тіста	1043,18	958,64	931,36	904,1

Підготовку зерна для зразка 1 проводили таким способом. Попередньо промито і очищене від бруду зерно замочували у воді температурою 40 °С та витримували протя-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

гом 12 год. Витрата води на замочування 1,5 л на 1 кг зерна. Готовність зерна визначали візуально, органолептичним способом за м'якістю, смаком, білявим кольором. Набухле зерно промивали водопровідною водою.

Для зразка 2 попередньо промите й очищене від бруду зерно замочували у воді температурою 40 °С та витримували протягом 12 год. Набухле зерно не промивали, а відціджували і піддавали диспергуванню (ступінь подрібнення 2,0...3,0 мм).

Зернову добавку для зразка 3 з крупки пшеничної дробленої типу Полтавська № 3 безпосередньо додавали в тісто.

Тісто замішували з одержаної відповідно для кожного зразка зернової маси з додаванням заданих рецептурою компонентів протягом 10 хв. Після чого тісто виброджували 3 год за температури 30 °С. Готове тісто розділяли на заготовки від 0,55 кг і розміщали у форми для випічки. Вистійка розділеного тіста тривала 60 хв за температури 35...45 °С і відносній вологості повітря 75...80 %, випікали за температури 210+10 °С: контрольний зразок – 45 хв; зразок 1 і 2 – 55 хв; зразок 3 – 50 хв.

Якість свіжого хліба вивчалася за допомогою органолептичних, фізико-хімічних і механічних методів аналізу. Результати досліджень фізико-хімічних параметрів якості хліба наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив зернової добавки на якість хліба

Показники якості	Варіанти			
	контроль	1	2	3
Зовнішній вигляд хліба				
Стан поверхні	Без тріщин, без підривів, гладка, глянцева	Без тріщин, без підривів, шорохувата, помітні вкраплення зерен пшениці	Без тріщин, без підривів, шорохувата, помітні вкраплення зерен пшениці	Без тріщин, без підривів, шорохувата, помітні вкраплення зерен пшениці
Колір скоринки	Золотисто-жовтий	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Темно-коричневий
Форма	Куполоподібна	Овальна	Овальна	Напівовальна
Пористість	Дрібна, тонкостінна, рівномірна	Дрібна нерівномірна	Дрібна нерівномірна	Дрібна нерівномірна
Еластичність	Еластичний, швидко відновлюється	Малоеластичний недостатньо відновлюється	Малоеластичний недостатньо відновлюється	Нееластичний, погано відновлюється
Колір м'якушки	Світлий	Коричневий	Коричневий	Темно-коричневий
Запах і смак	Запах і смак характерний	Пріснуватий	Пріснуватий	Пріснуватий
Фізико-хімічні показники				
Вологість м'якушки, %	45,0	45,3	45,4	45,0
Кислотність м'якушки, град.	3,0	3,3	3,3	3,2
Пористість м'якушки, %, не менше	66,0	68,0	71,0	65,0

Як свідчать дані табл. 2, готові вироби мають задовільні (зразок 1) й незадовільні (зразок 2 і 3) органолептичні та фізико-хімічні показники. Вологість виробів становить 45–45,4 %; кислотність м'якушки хліба з зерновими добавками змінилась незначно. Добавка зерна вплинула і на зміну органолептичних показників.

Таким чином, за результатами пробних випічок можна зробити висновок, що взята за рецептурою кількість дріжджів є недостатньою для цього виду хліба. Тому наступним етапом роботи був вибір типу ферментації, оптимальною для хліба із зерновою добавкою. Щоб не збільшувати кількість дріжджів було вирішено додатково ввести в ре-

цептуру закваску (табл. 3). Для цього використали хмелево-медову закваску, мікробіологічний аналіз якої показав наявність у ній лактобактерій *Lactobacillus sanfranciscensis*. У результаті використання закваски мікробне виробництво CO₂, молочної й оцтової кислот, біоконверсії в зернових ферментів, а також утворення мікробних метаболітів, таких як екзополісахаридів, летких ароматизаторів і протимікробних сполук сприятимуть покращенню якості хліба.

Таблиця 3

Пофазна рецептура приготування хліба з використанням змішаної ферментації

Показники	Варіанти			
	контроль	4	5	6
Сировина, г				
Борошно пшеничне вищого гатунку	600	300	300	300
Зерно типу крупа Полтавська № 1	–	300	–	–
Зерно типу крупа Полтавська № 1, диспергована після набухання	–	–	300	
Крупка пшенична дроблена типу Полтавська № 3, набухла	–	–	–	300
Олія соняшникова	20	20	20	20
Дріжджі пресовані	15	15	15	15
Закваска	30	30	30	30
Сіль	7	7	7	7
Цукор	30	30	30	30
Вода	354,82	270,27	243,0	215,73
Маса тіста	1056,82	972,27	945,0	917,73

Підготовку зерна для серії зразків 4, 5 з використанням закваски і дріжджів проводили аналогічно до зразків 1, 2. Зернову добавку для зразка 6 готували з крупки пшеничної дробленої типу Полтавська № 3, яку замочували у воді температурою 95...100 °С та витримували протягом 1 год за кімнатної температури, потім – у холодній камері за температури 5...6 °С. Набухлу крупу не промивали, відціджували і подавали на заміс тіста. Тісто замішували з введенням рецептурних компонентів (табл. 3), готували безопарним способом, виборджування, оброблення, вистійку й випікання проводили аналогічно попереднім зразкам.

Результати досліджень органолептичних та фізико-хімічних параметрів якості готових виробів наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Вплив змішаної ферментації на якість хліба з зерновими добавками

Показники якості	Варіанти			
	контроль	1	2	3
1	2	3	4	5
Стан поверхні скоринки	Гладка, глянцева	Рівномірна, з вкрапленнями зерен пшениці	Рівномірна, з вкрапленнями зерен пшениці	Рівномірна, з вкрапленнями зерен пшениці
Колір скоринки	Золотисто-жовтий	Золотисто-жовтий	Золотисто-жовтий	Світло-коричневий
Форма	Куполоподібна	Овальна	Овальна	Напівовальна
Пористість м'якушки	Дрібна, тонкостінна, рівномірна	Дрібна, тонкостінна, рівномірна	Дрібна, тонкостінна, рівномірна	Дрібна, тонкостінна, рівномірна
Еластичність	Еластичний, швидко відновлюється	Еластичний, швидко відновлюється	Еластичний, швидко відновлюється	Помірно еластичний, добре відновлюється
Колір м'якушки	Світлий	Світлий з жовтим відтінком	Світлий з жовтим відтінком	Коричневий
Запах і смак	Запах характерний, смак присмний	Запах характерний, смак присмний	Запах характерний, смак присмний	Запах характерний, смак присмний
Фізико-хімічні показники				
Вологість м'якушки, %	45,2	45,4	45,7	46,0

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5
Кислотність м'якушки, град.	3,5	3,3	3,4	3,3
Пористість м'якушки, %, не менше	68,0	70,0	75,0	74,0

Як свідчать дані табл. 4, одержані зразки хліба з використанням змішаної ферментації мають гарну форму і пропечену структуру, не вологу на дотик, еластичні. Колір – золотистий із світлими вкрапленнями подрібнених зерен. Смак і запах – властиві пшеничному хлібу з приємним кислуватим присмаком, без стороннього запаху. Вологість одержаних виробів становить 45...46%. Під час зберігання зразків хліба протягом 24 год істотних змін органолептичних та фізико-хімічних показників не відбувається. Вироби на заквасці з додаванням дріжджів відрізнялись еластичністю та пористістю м'якушки в порівнянні з виробами, приготовленими на дріжджах (рис. 1–3).



Рис. 1. Хліб з добавкою крупи типу Полтавська № 1, диспергованої після набухання: а, в – на дріжджах; б, г – на дріжджах і заквасці



Рис. 2. Хліб з добавкою крупи типу Полтавська № 1, недиспергованої після набухання, на дріжджах: а – загальний вигляд; б – вигляд на розрізі



Рис. 3. Вигляд на розрізі хліба з добавкою крупки дробленої типу Полтавська № 3:
а – з ненабухлої крупки на дріжджах; б – з набухлої крупки на дріжджах і заквасці

Таким чином, на першому етапі досліджень встановлено, що для збагачення білого хліба зерною добавкою оптимальним варіантом вибору виду зерна є пшенична крупа № 1. Застосування суміші дріжджів і закваски для ферментації тіста значно покращує органолептичні та фізико-хімічні властивості готових виробів

Висновки та пропозиції. В результаті проведених досліджень було встановлено наступне:

- оптимальною зерною добавкою для збагачення хліба білого є пшенична крупа типу Полтавська № 1;
- найкращим способом приготування хліба білого, збагаченого зерновими добавками, є використання закваски і дріжджів;
- розроблена рецептура та технологія приготування хліба білого із зерною добавкою, яка дає змогу одержати готові вироби відмінної якості.

У зв'язку з одержаними результатами були визначені перспективи використання зернових добавок для збагачення хлібобулочних виробів, а саме – для збагачення хліба білого з борошна вищого гатунку.

Список використаних джерел

1. *Campbell J.* and others. Nutritional Characteristics of Organic, Freshly stone-ground sourdough and conventional breads. – Режим доступу : <http://eap.mcgill.ca/publications/EAP35.htm>.
2. *US department of agriculture.* Agricultural research service. USDA national nutrient database for standard reference. Release 27. Basic Report: 20080, Wheat flour, whole-grain. – Режим доступу : <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>. Accessed 30 March 2015.
3. *Wheaton, K. W.* Dietary Fiber - After 21 Years of Study the Verdict Remains One of Fruition and Frustration // *British Medical Journal* 300 (9 June). – 1990. – P. 1479–1480.
4. *Morris, E. R.;* and *Ellis, R.* Phytate, Wheat Bran, and Bioavailability of Iron. In *Nutritional Bioavailability of Iron.* edited by *Kies, C.* Washington, D.C.: Am. Chem. Soc. – 1982. – P. 121–141.
5. *Egli I.* and others. The Influence of Soaking and Germination on the Phytase Activity and Phytic Acid Content of Grains and Seeds Potentially Useful for Complementary Feeding // *Journal of Food Science* 2002. – Vol. 67, No. 9. – P. 92–96.
6. *BuddrickOliver O., JonesHugh A.H., CornellDarryl J., Small M.* The influence of fermentation processes and cereal grains in wholegrain bread on reducing phytate content // *Journal of Cereal Science*, January. – 2014. – Vol. 59 (1). – P. 3–8 (doi:10.1016/j.jcs.2013.11.006).
7. *Gänzle M. G.* Bread. Sourdough Bread // *Encyclopedia of Food Microbiology.* – 2014. – P. 309–315 (doi:10.1016/B978-0-12-384730-0.00045-8).
8. *Elke K. ArendtLiam A.M. RyanFabio Dal Bello.* Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 3rd International Symposium on Sourdough, April. – 2007. – Vol. 24 (2). – P. 165–174 (doi:10.1016/j.fm.2006.07.011).
9. *Patent WO 2000038529 A1* – Method for producing cereal bread. – Режим доступу : <http://www.google.com/patents/WO2000038529 A1?cl=en>.

10. *Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий.* – М. : Прейскурантиздат, 1989. – 493 с.

Гуменюк Оксана Леонідівна – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Гуменюк Оксана Леонидовна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Humeniuk Oksana – PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: gum_ok@ukr.net

Ксенюк Марія Павлівна – старший викладач кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Ксенюк Мария Павловна – старший преподаватель кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Kseniuk Mariia – senior lecturer of Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: marija-ksenjuk@rambler.ru

Ільїн Руслан Олегович, студент, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Ильин Руслан Олегович – студент, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Ilin Ruslan – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

УДК 664.002.22

Інна Золотухіна

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СПІВВІДНОШЕННЯ КОМПОНЕНТІВ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Інна Золотухина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Inna Zolotukhina

DETERMINATION OF OPTIMUM RATIO OF COMPONENTS OF PROTEIN- CARBOHYDRATE SEMI-PRODUCT

Розширення асортименту продуктів харчування, підвищення їх біологічної цінності, а також створення продуктів нового покоління, які б відповідали вимогам здорового харчування, є актуальною проблемою. Одним з напрямків реалізації цієї проблеми є розроблення технологій виробництва молочно-білкових напівфабрикатів на основі копреципітату із сколотин з додаванням овочевих пюре. У статті розглянуто питання оптимізації співвідношення рецептурних компонентів напівфабрикатів білково-вуглеводних відповідно до харчової цінності, органолептичних показників і структурно-механічних властивостей за допомогою способу рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації методом сполучених градієнтів.

Ключові слова: *сколотини, молочно-білковий концентрат, пюре гарбуза, пюре моркви, оптимізація, рецептурний склад.*

Рис.: 1. Табл.: 2. Бібл.: 9.

Расширение ассортимента продуктов питания, повышение их биологической ценности, а также создание продуктов нового поколения, отвечающих требованиям здорового питания, является актуальной проблемой. Одним из направлений реализации этой проблемы является разработка технологий производства молочно-белковых полуфабрикатов на основе копреципитата пахты с добавлением овощных пюре. В статье рассмотрены вопросы оптимизации соотношения рецептурных компонентов полуфабрикатов белково-углеводных согласно пищевой ценности, органолептических показателей и структурно-механических свойств с помощью способа решения компромиссных задач многомерной оптимизации методом сопряженных градиентов.

Ключевые слова: *пахта, молочно-белковый концентрат, пюре тыквы, пюре моркови, оптимизация, рецептурный состав.*

Рис.: 1. Табл.: 2. Библ.:9.

Expanding the range of food, increase their biological value and create a new generation of products that meet the requirements of a healthy diet is an actual problem. One of the realization of this problem is the development of technologies for the production of semi-finished milk-protein based kopretsypitatu of buttermilk with added vegetable puree. The questions of the optimization of the components of prescription semi protein-carbohydrate according to nutritional value, organoleptic

characteristics and structural and mechanical properties by a process of compromise solution of problems multiparameter optimization conjugate gradient method.

Key words: *buttermilk, milk protein concentrate, pumpkin puree, carrot puree, optimization, prescription composition.*

Fig.: 1. Tabl.: 2. Bibl.: 9.

Постановка проблеми. Недостатнє споживання необхідних білоквміщуючих продуктів, таких як м'ясо, молоко, риба сприяло виникненню серйозної проблеми у сфері харчування населення України.

Розширення асортименту продуктів харчування, підвищення їх біологічної цінності, а також створення продуктів нового покоління, які б відповідали вимогам здорового харчування, є актуальною проблемою. Як один з напрямків реалізації цієї проблеми запропоновано розроблення технологій виробництва напівфабрикатів білково-вуглеводних (НБВ) на основі копреципітату із сколотин з додаванням овочевих пюре із заданими органолептичними і структурно-механічними властивостями та оптимізацію рецептурного складу розроблених напівфабрикатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для визначення консистенції пластичних напівфабрикатів зручно використовувати показник граничної напруги зсуву (ГНЗ). Порівняно із зміною величин інших реологічних властивостей ГНЗ найбільш чутливий показник до зміни технологічних і механічних факторів [1].

Як свідчать дослідження [2; 3], величина ГНЗ для різних видів ковбасного фаршу при зміні вологості на 1 % змінюється на 10–15 % і більш, тоді як числові значення інших властивостей зазнають незначних змін. Аналогічні залежності спостерігаються при зміні змісту жиру і ступеня подрібнення фаршів [2]. Відповідно параметр, за яким достовірно можна судити про консистенцію та якісні характеристики пластичних пастоподібних і фаршевих напівфабрикатів, є ГНЗ. Цей показник можна використовувати для оцінювання фаршів та напівфабрикатів з пластичною структурою в процесі їх виготовлення.

Як свідчать літературні джерела, еталонні показники ГНЗ для ковбасних фаршів коливаються від 450 Па для свинячих сардельок до 700 Па для ковбаси любительської [4]. Для фаршевих напівфабрикатів з рослинної сировини оптимальні показники ГНЗ лежать у межах від 100 до 700 Па [5]. Проведені автором [6] дослідження показують, що ГНЗ пастоподібних виробів на основі кислого сира знаходиться в межах 370...490 Па. Дослідження ГНЗ фаршу на основі білка молочного харчового свідчать, що цей показник змінюється в інтервалі 380...630 Па залежно від кількості молочного білка [3]. Як доцільний інтервал ГНЗ для молочно-білкових фаршів автор [7] обрав інтервал 300...500 Па. Для фаршів з рибної сировини зазначається, що доцільний інтервал ГНЗ, за якого з фаршів добре формуються штучні напівфабрикати, становить 500...700 Па [8]. Зважаючи на наведені дані, ми приймаємо обмеження для ГНЗ, напівфабрикатів, що проектуємо, в інтервалі 450...700 Па.

Відповідно до рекомендацій дослідників [9], які вказували, що значне перевищення масової частки рослинних компонентів вище 30 % у складі продуктів на основі молочного білку призводить до погіршення структурно-механічних і органолептичних показників виробів, обмежуємо максимальну кількість протертого пюре 35 %. Максимальну кількість цукру обмежуємо за смаком 20 %, оскільки більша кількість цукру надає дуже солодкого смаку й обмежує напрями використання напівфабрикатів. Мінімальну кількість цукру обмежуємо 5 %, оскільки менша кількість цукру не буде надавати напівфабрикату солодкого смаку.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Одним з ключових чинників, що формує параметри відповідності харчової системи до властивостей, які від неї очікують, є спосіб оптимізації співвідношення її рецептурних компонентів. Для вирішення задачі оптимізації проводять цільове комбінування рецептурних інгредієнтів відповідно до комплексу бажаних нативних властивостей.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є оптимізація співвідношення рецептурних компонентів напівфабрикатів білково-вуглеводних з додаванням овочевого пюре ві-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

дповідно до харчової цінності, органолептичних показників і структурно-механічних властивостей.

Виклад основного матеріалу. З цією метою нами було визначено раціональний інтервал ГНЗ для напівфабрикатів, що проектуються. Білково-вуглеводні напівфабрикати планується використовувати для виготовлення таких виробів, як сирники, вареники, начинки і т. ін., а також зберігати шприцьованими у целофанову оболонку. Зважаючи на галузь використання і методи пакування, як еталонні показники ГНЗ нами були проаналізовані вимоги до фаршевих напівфабрикатів.

Як цільову функцію, яку ми будемо приводити до максимуму, приймаємо вміст білка. Відповідно білок у напівфабрикатах міститься у молочно-білковому копреципітаті (МБК) та овочевому пюре, тому для напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре гарбуза (НБВГ) функція набуде вигляду (1), а для напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре моркви (НБВМ) (2).

$$20,8 \cdot X_1 + 1,2 \cdot X_2 \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$20,8 \cdot X_1 + 1,4 \cdot X_3 \rightarrow \max. \quad (2)$$

Для оптимального рецептурного складу НБВ ми використали спосіб рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації методом сполучених градієнтів. Для обчислення було використано надбудову «Пошук рішень» пакета MS Excel. Метод полягає в обранні цільової функції, лімітованої до встановленого значення, та опис обмежень з системи рівнянь.

Факторами оптимізації було обрано:

X_2 – вміст пюре гарбуза;

X_3 – вміст пюре моркви;

X_4 – вміст цукру;

X_1 – вміст МБК залежить від значень X_2 , X_3 , X_4 і визначається, як

$$X_1 = 100 - \sum_{i=1}^{n=2} X_i. \quad (3)$$

Функціями, що характеризують обмеження вмісту рецептурних компонентів, прийнято:

$$10 \leq X_2 \leq 35, \quad (4)$$

$$10 \leq X_3 \leq 32, \quad (5)$$

$$5 \leq X_4 \leq 20. \quad (6)$$

Вміст усіх інгредієнтів повинен бути позитивним числом:

$$0 \leq X_1, \quad (7)$$

$$0 \leq X_2, \quad (8)$$

$$0 \leq X_3, \quad (9)$$

$$0 \leq X_4. \quad (10)$$

Сума мас інгредієнтів повинна відповідати кінцевій масі готового продукту і для цього завдання становить 100 г, тому накладали умову вмісту рецептурних інгредієнтів за загальною масою суміші в грамах:

$$\text{для НБВГ} - X_1 + X_2 + X_4 = 100; \quad (11)$$

$$\text{для НБВМ} - X_1 + X_3 + X_4 = 100. \quad (12)$$

З урахуванням рівнянь (1) і (2) для яких граничні обмеження були встановлені (min – 450 Па, max – 700 Па) рівняння (3) і (4) були зведені до максимуму. Отримані результати наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Оптимальні співвідношення компонентів модельних систем НБВ

Назва рецептурних компонентів	Кодоване значення	Масова частка компонентів, г	
		НБВГ	НБВМ
Молочно-білковий концентрат	X ₁	54	58
Пюре гарбуза	X ₂	35	–
Пюре моркви	X ₃	–	31
Цукор	X ₄	11	11

Як свідчать дані рисунка, добавка стабілізатора приводить до підвищення показника ГНЗ модельних систем. Найбільш інтенсивно цей процес відбувається в інтервалі концентрації стабілізатора від 0 до 14 %. У наведеному інтервалі ГНЗ зростає для модельної системи НБВГ на 35,2 % і модельної системи НБВМ – 28,1 %. Під час наступного підвищення концентрації стабілізатора зростання ГНЗ уповільнюється. Зважаючи, що максимальна межа ГНЗ, яка відповідає нашим вимогам, становить 700 Па, приймаємо до використання у складі НБВ 10 % стабілізатора.

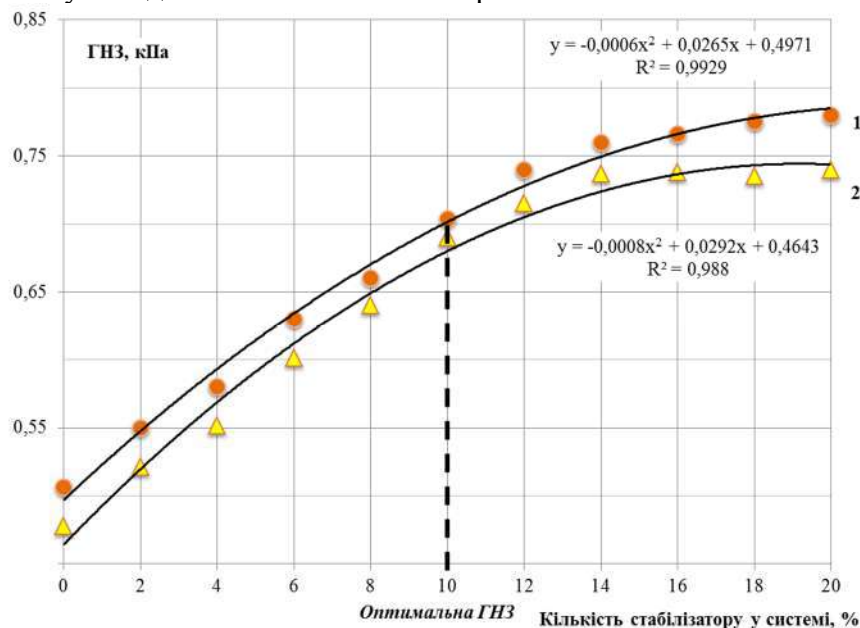


Рис. Вплив добавки стабілізатора на ГНЗ модельних систем НБВ

Таким чином, остаточне оптимізоване співвідношення компонентів НБВ наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Оптимальні співвідношення компонентів модельних систем НБВ

Назва рецептурних компонентів	Масова частка компонентів, г	
	НБВГ	НБВМ
Молочно-білковий концентрат	48	52
Пюре гарбуза	32	–
Пюре моркви	–	28
Цукор	10	10
Стабілізатор	10	10

Висновки і пропозиції. У ході виконання роботи було досліджено зміни ГНЗ у модельних системах з овочевим пюре залежно від співвідношення МБК, овочевого пюре,

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

стабілізатора та цукру. За допомогою способу рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації методом сполучених градієнтів з використанням надбудови «Пошук рішень» пакета MS Excel отримано оптимальне співвідношення компонентів у білково-вуглеводних напівфабрикатах з додаванням овочевих пюре.

У подальшому планується дослідження показників безпеки розроблених напівфабрикатів, визначення основних напрямків їх використання у виробництві продукції ресторанного господарства.

Список використаних джерел

1. *Косой В. Д.* Совершенствование процесса производства вареных колбас / В. Д. Косой. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 272 с.
2. *Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів: для підприємств громад. харчування всіх форм власності / О. В. Шалимінов, Т. П. Дятченко, Л. О. Кравченко та ін.* – К. : А.С.К., 2003. – 848 с.
3. *Дейниченко Г. В.* Научное обоснование и разработка технологий продуктов питания повышенной пищевой ценности на основе нежирного молочного сырья : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.18.16 / Г. В. Дейниченко. – Х., 1997. – 327 с.
4. *Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин и др. ; под ред. А. В. Горбатова.* – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 296 с.
5. *Малюк Л. П.* Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии полуфабрикатов многофункционального назначения из растительного сырья : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.18.21 / Л. П. Малюк. – Х., 1995. – 317 с.
6. *Павлова В. В.* Исследование и разработка технологии комбинированных пастообразных молочных продуктов : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.04 / В. В. Павлова. – М., 1998. – 169 с.
7. *Крамаренко Д. П.* Технологія молочно-білкових фаршів з використанням йодовмісної водоростевої добавки : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Дмитро Павлович Крамаренко. – Х., 2007. – 205 с.
8. *Косой В. Д.* Инженерная технология биотехнологических средств / В. Д. Косой, Я. И. Виноградов, А. Д. Малышев. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 648 с.
9. *Влияние влаги на изменение структурно-механических показателей сырых и термообработанных фаршевых систем / Н. Н. Липатов, А. А. Щербинин, Е. И. Сизых [и др.].* – Х., 1989. – С. 566–567.

Золотухіна Інна Василівна – кандидат технічних наук, докторант, доцент кафедри устаткування харчової і готельної індустрії ім. М. І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі (вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051, Україна).

Золотухина Інна Васильевна – кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры оборудования пищевой и гостиничной индустрии им. М. И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, г. Харьков, 61051, Украина).

Zolotukhina Inna – PhD in Technical Sciences, Doctoral, Associate Professor of Department Equipment for Food and Hospitality Industry it. M. Belyaev, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkovsky Str., 61051 Kharkiv, Ukraine).

E-mail: zolotukhina_i@mail.ru

УДК 54.062:661.185

Тетяна Пилипенко, Олена Чигиринець, Вікторія Воробйова, Вероніка Єфімова
**ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПІНОМІЙНИХ
КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ**

Татьяна Пилипенко, Елена Чигиринец, Виктория Воробьева, Вероника Ефимова
**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ПЕНОМОЮЩИХ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Tetiana Pylypenko, Olena Chyhyrynets, Viktoriia Vorobiova, Veronica Yefimova
**INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL INDEXES OF QUALITY
OF THE COSMETIC CLEANSERS WHICH FORM SUDS**

За фізико-хімічними показниками – вміст хлоридів, масова частка поверхнево-активних речовин (ПАВ), рН середовища, піноутворююча здатність – проведено визначення та порівняння якості і безпечності використання піномийних косметичних засобів для волосся вітчизняного та закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України. З'ясовано, що активними мийними компонентами засобів для догляду за волоссям є комплекс безпечних у використанні оксиген-, нітроген- та сульфуровмісних органічних сполук. Методом квантово-хімічних розрахунків молекул досліджено квантово-хімічні характеристики аніонних ПАВ та показано механізм їх мийної дії.

Ключові слова: фізико-хімічні показники якості, піномийні косметичні засоби, нормовані значення, поверхневий натяг, квантово-хімічні розрахунки.

Рис.: 4. Табл.: 2. Бібл.: 14.

По физико-химическим показателям – содержание хлоридов, массовая доля поверхностно-активных веществ (ПАВ), рН среды, пенообразующая способность – проведено определение и сравнение качества и безопасности использования пеномоющих косметических средств для волос отечественного и зарубежного производства, представленных на сегодня на потребительском рынке Украины. Выяснено, что активными моющими компонентами средств по уходу за волосами является комплекс безопасных в использовании кислород-, азот- и серосодержащих органических соединений. Методом квантово-химических расчетов молекул исследованы квантово-химические характеристики анионных ПАВ и показан механизм их моющего действия.

Ключевые слова: физико-химические показатели качества, пеномоющие косметические средства, нормируемые значения, поверхностное натяжение, квантово-химические расчеты.

Рис.: 4. Табл.: 2. Библ.: 14.

On physical and chemical indexes – content of chlorides, mass stake of surface-active substances (SAS), pH medium, to form ability suds – determination and comparison of quality and safety of the use of cosmetic cleansers which form suds are conducted for the hair of home and foreign production, presented for today at the user market of Ukraine. It is shown that by the active washings components of facilities on the care of hair there is a complex safe in the use of oxygen-, nitrogen- and sulfur containing organic compounds. Quantum-chemical descriptions of anionic SAS are investigational the method of quantum-chemical calculations of molecules and the mechanism of their detergency is shown.

Key words: physical and chemical indexes of quality, cosmetic cleansers which form suds, rationed values, surface-tension, quantum-chemical calculations.

Fig.: 4. Tabl.: 2. Bibl.: 14.

Вступ. На споживчому ринку України на сьогодні представлено широкий асортимент піномийних косметичних засобів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, активними компонентами яких є поверхнево-активні речовини (ПАВ). Оцінювання якості та безпечності їх використання проводять за різними показниками [1–6]. Особливу увагу під час експертизи косметичних продуктів приділяють хімічним, мікробіологічним, токсикологічним та клінічним дослідженням [7–9].

Серед основних фізико-хімічних показників якості піномийних косметичних засобів для догляду за волоссям, які нормуються державним стандартом [1], виділяють:

- вміст (масову частку) хлоридів;
- рН середовища;
- масову частку поверхнево-активних речовин;
- піноутворюючу здатність.

Хлориди, зокрема, натрій хлорид (Sodium chloride) – незамінні компоненти майже всіх засобів для догляду за волоссям (шампуні, кондиціонери/бальзами). Вони виконують відразу декілька важливих функцій – є стабілізаторами, загусниками та консервантами. Водночас хлориди можуть шкодити структурі волосся та шкірі голови, призводи-

ти до їх сухості та подразнення, а також викликати випадіння волосин. Тому контроль вмісту хлоридів у піномийних косметичних засобах для волосся є необхідною умовою під час оцінювання їх якості та безпечності використання. Масова частка хлоридів не повинна перевищувати нормованих 6 % у засобах для дорослих і 2 % у засобах для дітей. Виконання цих умов означає, що засоби відповідають санітарним нормам (показники масової частки не перевищують нормовані значення) та безпечні у використанні.

Визначення водневого показника рН піномийних косметичних засобів для волосся є також важливим етапом під час оцінювання їх якості та безпечності використання. Нормоване значення рН середовища для них – 3,5–8,5 одиниць. Високі значення рН (> 8,5) вказують на сильно лужне середовище засобу. З одного боку, лужне середовище засобу дозволяє легко змивати бруд із волосся та шкіри голови, з іншого, сушить їх і може викликати такі неприємні відчуття, як подразнення та свербіж.

Поверхнево-активні речовини є основою будь-якого мийного засобу [4; 10]. Вони використовуються для зниження поверхневого натягу між водою та забруднюючими частинками (бруд, жир), утворення піни, стабілізації розчину, збільшення в'язкості засобу. Більшість сучасних шампунів, як основний мийний компонент, містить аніонні ПАР.

Практично всі ПАР у засобах для волосся, так чи інакше, впливають на захисний бар'єр шкіри голови. Високий їх вміст може призводити до пересушування волосся та шкіри голови. Масова частка ПАР у піномийних косметичних засобах для волосся не повинна перевищувати нормованих 15 %.

Піноутворююча здатність – дуже важлива характеристика шампунів. Під час миття волосся важливим є не тільки процес відривання частинок бруду та жиру, а й утримання їх у об'ємі (для запобігання повторного осідання) та виконання основної мийної функції засобу. Піноутворюючу здатність шампунів оцінюють показниками пінного числа та стійкості піни, які за нормованими значеннями повинні бути не менше 145 мм та знаходитись у діапазоні 0,8–1 одиниць відповідно.

Мета роботи. Головною метою цієї роботи, зважаючи на широкий асортимент піномийних косметичних засобів для волосся як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України, з активними компонентами поверхнево-активних речовин, є оцінювання та порівняння якості і безпечності їх використання за основними фізико-хімічними показниками.

Методика досліджень. Для експериментальних досліджень якості та безпечності використання піномийних косметичних засобів для волосся було відібрано 5 зразків різних торговельних марок (ТМ):

- Зразок 1 – Шампунь ТМ «Повна Чаша», Україна.
- Зразок 2 – Шампунь ТМ “John Frieda”, Великобританія.
- Зразок 3 – Шампунь-кондиціонер ТМ “Cien”, Німеччина.
- Зразок 4 – Дитяча шампунь-піна ТМ “Bobini”, Польща.
- Зразок 5 – Дитячий шампунь ТМ «Кря-кря», Україна.

Визначення основних фізико-хімічних показників якості досліджуваних засобів:

- масової частки (ω , %) хлоридів;
- рН середовища;
- масової частки (ω , %) ПАР;
- пінного числа;
- стійкості (stability) піни ($S_{\text{піни}}$)

проводили поетапно відповідно до стандартизованих методик [2–6].

Для оцінювання піноутворюючої здатності косметичних засобів вимірювали висоту стовпчика утвореної піни за приладом Росс-Майлса [6].

Поверхневий натяг (σ) стандартного розчину (води) та піномийних засобів визначали сталагмометричним методом [10; 11].

Просторові конфігурації молекул ПАР, наявних у досліджуваних засобах, будували та оптимізували в межах комп'ютерної програми Hyper Chem 7.0. Для квантово-хімічних розрахунків (КХР) молекул [12] використовували метод молекулярної механіки ММ+ і напівемпіричний метод МР3 при повній оптимізації їх геометрії.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз результатів експериментальних досліджень, зведених у табл. 1, показав, що значення визначених фізико-хімічних показників якості відібраних засобів для догляду за волоссям знаходяться в межах допустимої норми [1].

Таблиця 1

Характеристика основних фізико-хімічних показників якості піномийних косметичних засобів для волосся

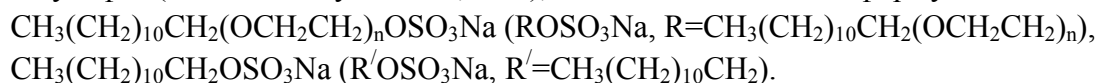
Назва показника / Нормоване значення	Зразки				
	1	2	3	4	5
pH / 3,5–8,5	7,48	7,12	6,08	7, 17	7,20
Масова частка хлоридів, % / не більше 6 % (засоби для дорослих); не більше 2 % (засоби для дітей)	4,0	2,9	2,5	1,8	2,0
Масова частка ПАР, % / не більше 15 %	10,5	10	10	5	5
Піноутворююча здатність: пінне число, мм / не менше 145 мм; стійкість піни, од. / 0,8–1 од.	300 0,8	510 1	440 1	470 1	450 0,9

Так, водневий показник рН для досліджених засобів змінюється від 6,08 до 7,48 одиниць. Найвищим значенням рН характеризується шампунь ТМ «Повна Чаша» (рН 7,48), найнижчим – шампунь-кондиціонер ТМ “Сіен” (рН 6,08). Для дитячих засобів рН середовища становить близько 7. Проте на упаковці цих зразків зазначено рН 5,5.

Визначення вмісту хлоридів у досліджених зразках свідчить про те, що їх масова частка не перевищує нормованих 6 % у засобах для дорослих і 2 % у засобах для дітей. Найбільше хлоридів у засобі ТМ «Повна Чаша» ($\omega = 4,0 \%$), найменша їх кількість у зразку ТМ “Сіен” ($\omega = 2,5 \%$). Дитячі засоби ТМ «Кря-кря» та ТМ “Bobini” містять 2 та 1,8 % СІ відповідно.

Масова частка активної мийної основи засобів, ПАР, також не перевищує допустимої норми. Найменший їх вміст у дитячих засобах ($\omega = 5 \%$), найбільший – у зразку ТМ «Повна Чаша» ($\omega = 10,5 \%$). Ці величини масової частки ПАР є показниками якісного очищення волосся та шкіри голови від забруднюючих частинок.

До складу досліджених засобів входить комплекс (суміш) ПАР, зазначених на маркуванні виробників. Основними мийними компонентами в них є оксиген- та сульфуровмісні аніонні ПАР – натрій лаурет сульфат (Sodium Laureth Sulfate, SLES) або натрій лаурил сульфат (Sodium Lauryl Sulfate, SLS), відповідних хімічних формул:



За своєю будовою молекули SLS, просторової конфігурації, представленої на рис. 1, відрізняються від молекул SLES відсутністю в них етиленоксидних груп (-O-CH₂-CH₂-).



Рис. 1. Структура молекули SLS після оптимізації її геометрії (Hyper Chem 7.0, RHF розрахунок за методом MNDO-PM3)

Методом квантово-хімічних розрахунків молекул ПАР на прикладі молекули SLS досліджено квантово-хімічні характеристики аніонних сполук. Визначено величини зарядів (q) на основних реакційних центрах SLS (Hyper Chem 7.0, метод MM+, PM3), значення енергії вищої зайнятої молекулярної орбіталі ($E_{ВЗМО}$), енергії нижчої вакантної молекулярної орбіталі ($E_{НВМО}$) та дипольний момент (μ) – рис. 2, 3, табл. 2.

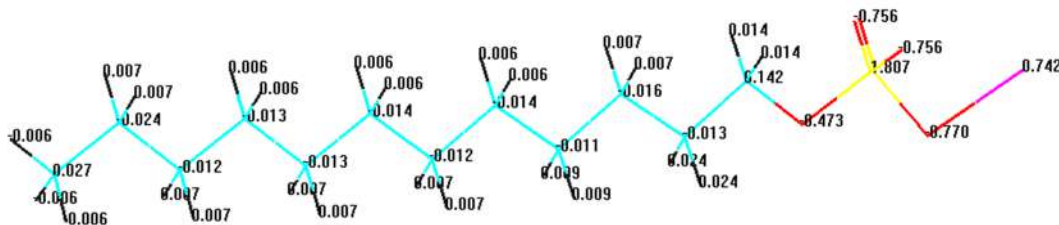


Рис. 2. Розподіл зарядів на основних реакційних центрах молекули SLS

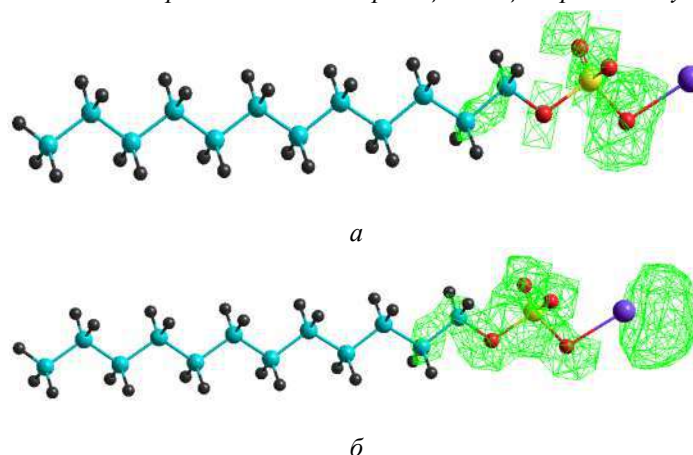


Рис. 3. Оптимізована структура молекули SLS:

щільність вищої зайнятої молекулярної орбіталі (а) та нижчої вакантної молекулярної орбіталі (б) за орбітального значення щільності 0,005

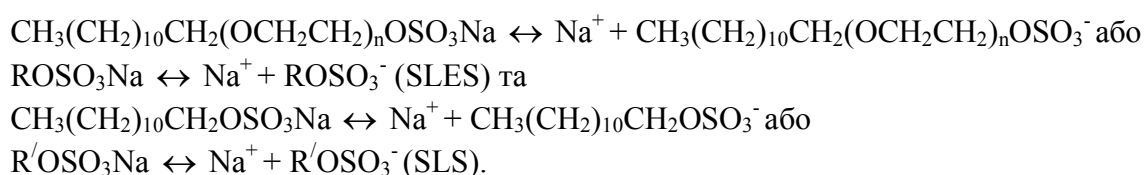
Таблиця 2

Квантово-хімічні характеристики молекули SLS

Хімічна формула	$E_{ВЗМО}$, eV	$E_{НВМО}$, eV	Дипольний момент μ , Д
$CH_3(CH_2)_{10}CH_2OSO_3Na$	-10,95652	0,1669641	7,44876

За значенням електричного дипольного моменту [12] можна прогнозувати розчинність досліджуваної речовини у відомих розчинниках. Так, визначене значення дипольного моменту для SLS дорівнює 7,44876 Д (КХР μ). Порівняння цієї величини зі значеннями дипольного моменту, наприклад, для води та етилового спирту (полярні розчинники, $\mu_{H_2O} = 1,83$ Д, $\mu_{C_2H_5OH} = 1,69$ Д), свідчить про те, що кристалічна сіль SLS добре розчиняється у сильних полярних розчинниках, зокрема у водно-спиртовій суміші, або ж може виконувати роль розчинника, якщо знаходиться в рідкому стані, оскільки характеризується великим значенням μ .

Молекули SLES та SLS складаються з неполярних гідрофобних вуглеводневих радикалів R та R', орієнтованих у напрямку неполярної фази (повітря), та полярних гідрофільних функціональних OSO_3^- -груп, орієнтованих у напрямку полярної фази (води). У водному середовищі SLES та SLS дисоціюють, утворюючи негативно заряджені поверхнево-активні іони:



Так, негативно заряджена гідрофільна частина молекули SLS, для якої заряди на атомах оксигену OSO_3 -групи дорівнюють $-0,473 - -0,770$ (КХР q , рис. 2), орієнтується в напрямку від змоченого водою волосся, що має негативний заряд [13]. Гідрофобна частина молекули (вуглеводневий радикал R') обволікає частинки бруду та жиру, які накопичуються на волоссі та шкірі голови. За рахунок дифільної будови ПАР забруднюючі частинки, з'єднані з вуглеводневим радикалом R' , відриваються, утримуються в піноутворюючому об'ємі, зважаючи на гарні показники піноутворюючої здатності засобів (табл. 1), розчиняються у воді та видаляються із забрудненої поверхні.

За токсикологічними характеристиками SLES та SLS належать до подразнюючих, проте не канцерогенних речовин [14]. Подразнюючий ефект сполук значно знижується у комплексному застосуванні їх із іншими ПАР. Вони безпечні й з екологічного погляду, оскільки мають високу ступінь біорозкладу в анаеробних умовах (більше 90 %) [13], в які потрапляють із господарсько-побутовими стічними водами, без утворення небезпечних токсичних продуктів. Це обумовлено, головним чином, лінійною будовою наявних у їх складі вуглеводневих радикалів R та R' .

Наступними, після SLES та SLS, компонентами досліджених засобів, зазначених на маркуванні виробників, є більш м'які речовини, вторинні ПАР – кокамідопропілбетаїн (лаурамідопропілбетаїн) – амфотерна нітроген- та оксигеновмісна ПАР ($C_{19}H_{38}N_2O_3$), кокоглюкозид, децилглюкозид й інші алкілполіглюкозиди – неіоногенні оксигеновмісні ПАР ($R-(O-C_6H_{10}O_5)_nH$). Ці компоненти зменшують концентрацію та подразнюючий вплив аніонних ПАР на волосся та шкіру голови. Вони характеризуються гарними мийними властивостями, хімічною стійкістю в жорсткій воді та високою швидкістю біорозкладу у стічних водах.

За піноутворюючою здатністю, яка визначається пінним числом та стійкістю піни, зразки всіх торговельних марок відповідають нормованим значенням (табл. 1). Найвище пінне число має шампунь ТМ “John Frieda” (510 мм), а найнижче – у шампуню ТМ «Повна Чаша» (300 мм). $S_{\text{піни}}$ для них дорівнює 1 та 0,8 одиниць відповідно.

Для утворення піни, як відомо [10; 11], необхідно зменшити поверхневий натяг води. Цьому сприяє наявність у мийних засобах комплексу ПАР. Так, за одержаними ізотермами поверхневого натягу ($\sigma = f(c)$) на межі поділу фаз розчини ПАР – повітря, σ знижуються з 73,6 до 35,09–30,48 мДж/м² (рис. 4). Спочатку поверхневий натяг різко спадає, тобто поверхнева активність ПАР зростає. Це пов'язано з поступовим утворенням адсорбційного шару орієнтованих молекул сполук. Подальше зниження σ зі збільшенням концентрації розчину (c) припиняється, оскільки закінчується насичення їх молекулярного шару. Дитячі засоби характеризуються такими ж залежностями $\sigma = f(c)$, що і засоби для дорослих. Поверхневий натяг для них знижується в діапазоні 73,6–31,12 мДж/м².

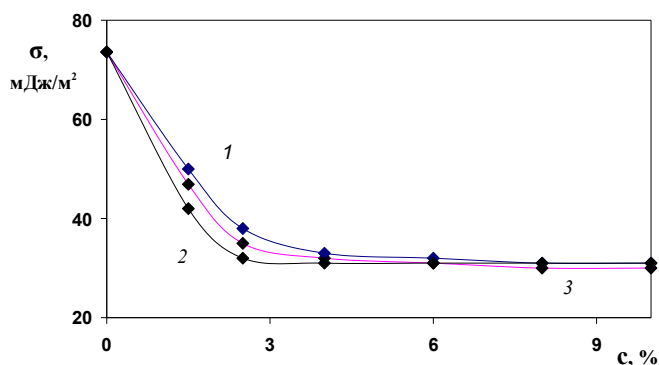


Рис. 4. Ізотерми поверхневого натягу: 1 – зразок 3, 2 – зразок 1, 3 – зразок 2

Висновки.

1. Встановлено, що за основними фізико-хімічними показниками якості піномийних косметичних засобів для волосся всі досліджені зразки вітчизняного та закордонного виробництва повністю відповідають нормованим державним стандартам значенням і є безпечними у використанні.

2. З'ясовано, що вітчизняні піномийні косметичні засоби як для дорослих, так і для дітей не поступаються якості та безпечності їх використання засобам закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України.

3. Визначено квантово-хімічні характеристики активного мийного компонента досліджених засобів, аніонної ПАР, для якої показано механізм її основної функції (мийної дії), безпечність застосування в косметичних засобах для волосся у комплексі з іншими ПАР та відсутність небезпечних сполук у господарсько-побутових стічних водах.

Список використаних джерел

1. *ДСТУ 4315:2004*. Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся. Загальні технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с.
2. *ГОСТ 26878-86 (СТ СЭВ 5186-86)*. Шампуни для ухода за волосами и для ванн. Метод определения содержания хлоридов. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 4 с.
3. *ГОСТ 29188.2-91*. Изделия косметические. Метод определения водородного показателя рН. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 3 с.
4. *ГОСТ 22567.6-87*. Средства моющие синтетические. Метод определения массовой доли поверхностно-активных веществ. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 11 с.
5. *СТ СЭВ 2542-80*. Шампуни для мытья волос и ванн. Метод определения массовой доли поверхностно-активных веществ. – М. : Издательство стандартов, 1982. – 8 с.
6. *ГОСТ 22567.1-77 (СТ СЭВ 4155-83)*. Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 6 с.
7. *Хребтань О. Б.* Дослідження якості та безпечності косметичних кремів для рук / О. Б. Хребтань, А. М. Кучинська // Вісник Чернігівського державного технологічного ун-ту. Серія: «Технічні науки». – 2012. – № 3 (59). – С. 55–62.
8. *Вишнікіна О. В.* Хімічна експертиза якості косметичних засобів, що імпортуються в Україну / О. В. Вишнікіна, О. А. Лихолат // Вісник Академії митної служби України. Серія: «Технічні науки». – 2009. – № 1. – С. 55–62.
9. *Прокопенко В. П.* Дослідження хімічного складу косметичних засобів / В. П. Прокопенко, М. С. Кіркова // Імідж сучасного педагога. – 2013. – № 6. – С. 35–36.
10. *Колоїдна хімія : підручник / М. О. Мchedлов-Петросян, В. І. Лебідь, О. М. Глазкова, О. В. Лебідь ; за ред. М. О. Мchedлова-Петросяна.* – 2-ге вид., виправл. і доповн. – Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
11. *Фізична хімія: метод. вказівки до вик. лаборат. робіт / уклад. : В. Г. Єфімова, Г. А. Рудницька, Т. М. Пилипенко.* – К. : НТУУ «КПІ», 2009. – Ч. II. – 48 с.
12. *Щембелов Г. А.* Квантово-химические методы расчета молекул / Г. А. Щембелов, Д. А. Устынюк, В. Н. Мамаев. – М. : Химия, 1980. – 178 с.
13. *Кривова А. Ю.* Технология производства парфюмерно-косметических продуктов / А. Ю. Кривова, В. Х. Паронян. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 668 с.
14. *Суворов А. В.* Справочник по клинической токсикологии / А. В. Суворов. – Нижний Новгород : Изд-во НГМА, 1996. – 180 с.

Пилипенко Тетяна Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Пилипенко Татьяна Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Pylipenko Tetiana – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: pilipenkotm@bigmir.net.

Чигиринець Олена Едуардівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Чигиринец Елена Эдуардовна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Chyhyrynets Olena – Doctor in Technical Sciences, Professor, Head of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: corrosionlife@yandex.ru.

Воробійова Вікторія Іванівна – кандидат технічних наук, асистент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Воробьева Виктория Ивановна – кандидат технических наук, ассистент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Vorobiova Viktoriia – PhD in Technical Sciences, assistant of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: viktorkathebest@yandex.ru.

Єфімова Вероніка Гаріївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Ефимова Вероника Гариевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Yefimova Veronica – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: yefimova_vg@bk.ru.

УДК 664.64.022.39

Олеся Савченко, Ольга Сиза, Юлія Зінченко, Тетяна Деркач, Марина Михайлова

ВПЛИВ ЦИКОРІЮ, КАВИ, ЛИМОННОГО СОКУ НА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ ДРІЖДЖІВ ТА ЯКІСТЬ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

Олеся Савченко, Ольга Сизая, Юлия Зинченко, Татьяна Деркач, Марина Михайлова

ВЛИЯНИЕ ЦИКОРИЯ, КОФЕ, ЛИМОННОГО СОКА НА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНОСТЬ ДРОЖЖЕЙ И КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Olesia Savchenko, Olga Sizaya, Yulia Zinchenko, Tetiana Derkach, Maryna Mykhailova

THE IMPACT OF CHICORY, COFFEE AND LEMON JUICE ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF YEAST AND THE QUALITY OF WHEAT BREAD

Досліджено вплив цикорію, кави та лимонного соку на біотехнологічні характеристики пресованих дріжджів. Використання рослинних харчових добавок значно підвищує ферментативну активність хлібопекарських дріжджів: зимазна активність покращується на 24–43 %, а мальтазна – на 24–42 %. Добавки збагачують хлібобулочні вироби вітамінами, макро- і мікроелементами та покращують якісні показники хліба.

Ключові слова: дріжджі, ферментативна активність, біотехнологічні властивості, бродіння, хліб.

Рис.: 2. Табл.: 3. Бібл.: 7.

Исследовано влияние цикория, кофе и лимонного сока на биотехнологические характеристики пресованных дрожжей. Использование растительных пищевых добавок повышает ферментативную активность хлебопекарных дрожжей: зимазная активность улучшается на 24–43 %, а мальтазная – на 24–42 %. Добавки обогащают хлебобулочные изделия витаминами, макро- и микроэлементами и улучшают качественные показатели хлеба.

Ключевые слова: дрожжи, ферментативная активность, биотехнологические свойства, брожение, хлеб.

Рис.: 2. Табл.: 3. Библ.: 7.

The influence of chicory, coffee and lemon juice on biotechnological characteristics of pressed yeast has been investigated. The use of herbal dietary supplements improves greatly the enzymatic activity of baking yeast: rising power, zymazna and maltazna activity. So, zymazna activity of yeast samples is improved in 24–43 %, and 24–42 % for maltazna activity. Supplements enrich products with vitamins, macro- and microelements. Thus, researched supplements improve qualitative indicators of grain.

Key words: yeast, enzyme activity, biotechnological properties, fermented, bread.

Fig.: 2. Tabl.: 3. Bibl.: 7.

Постановка проблеми. З кожним роком спостерігається зростання попиту населення на споживання хлібобулочних та борошняних кулінарних виробів. Виготовлення хліба –

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

сукупність фізичних і біохімічних процесів, у яких важливу роль відіграють дріжджі і молочнокислі бактерії [1–3]. Дріжджі перетворюють цукри борошна на спирт і вуглекислий газ, що розпушує тісто, а молочнокислі бактерії утворюють із цукрів молочну кислоту та інші органічні кислоти, підтримують рН на рівні, оптимальному для життєдіяльності дріжджів. Також технологічна роль дріжджів полягає в утворенні етанолу та інших продуктів (оцтового альдегіду, органічних кислот, спиртів, сивушної олії, ацетону, ефірів), що беруть участь у формуванні смаку та аромату хліба і хлібобулочних виробів.

Згідно з сучасною класифікацією дріжджів, що використовуються у хлібопекарському виробництві, відносяться до класу Ascomycetes, родини Saccharomycetaceae, роду Saccharomyces, вид *S. cerevisiae* [2]. Клітини *S. cerevisiae* округлої форми, розмножуються брунькуванням і спороутворенням. Можуть рости у присутності і відсутності кисню, при цьому у присутності кисню реалізують дихальний тип метаболізму, а при відсутності – зброджують цукри до спирту і вуглекислого газу. Оптимальна температура розвитку *S. cerevisiae* – 30 °С, деякі штами витримують температуру до 35–37 °С; оптимальне значення рН знаходиться в межах 4,5–5. Джерелом карбону є глюкоза, галактоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, частково рафіноза та прості декстрини, крім того, дріжджі також засвоюють етиловий спирт, молочну й оцтову кислоти. Не зброджують хлібопекарські дріжджі лактозу, пентози (ксилозу, арабінозу), крохмаль і клітковину. Джерелом нітрогену для них є амінокислоти, пептиди, солі амонію (білків не засвоюють). Дріжджі потребують ростових факторів (біотин та ін.) [2].

Час приготування та якість хлібобулочних виробів значною мірою залежить від якості та фізіологічного стану хлібопекарських дріжджів. Під час зберігання пресованих дріжджів відбуваються зміни їхнього хімічного складу, погіршуються показники якості дріжджів, а саме, їхня бродильна та ферментативна активність. В опарі й тісті дріжджові клітини потрапляють в умови, близькі до анаеробних, тому переключаються з дихання на бродіння. Внутрішня структура дріжджової клітини при цьому суттєво перебудовується, ферментативний комплекс змінюється, адаптуючись до нових умов існування.

Тому використання дріжджів потребує їхнього попереднього оброблення з метою відновлення та покращення вихідної активності, переходу з дихального на бродильний тип обміну речовин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для прискорення процесу бродіння опари й тіста процес адаптації потрібно проводити у поживному середовищі, оптимальному для життєдіяльності дріжджів.

Ефективність активації дріжджів залежить від складу поживного середовища та швидкості адаптації дріжджових клітин до умов середовища. Відомо, що для швидкої адаптації дріжджових клітин до борошняного напівфабрикату доречно застосовувати рідкі поживні середовища, які містять у своєму складі вуглеводи, воду, біогенні елементи, амінокислоти, мінеральні речовини, вітаміни та інші біологічно активні компоненти [4]. Для підвищення біологічної активності мікроорганізмів запропоновано різні способи підвищення їх активності: магнітні, термічні, електрохімічні; способи оброблення лазерним випромінюванням та введення харчових добавок. Цілеспрямоване використання різних груп харчових добавок дозволяє регулювати хід технологічного процесу, формувати певні властивості тіста і покращувати ферментативну активність та якість хлібобулочних виробів.

Саме тому актуальним є питання розроблення нових прискорених технологій виробництва борошняних кулінарних виробів з використанням рослинних харчових добавок для підвищення біологічної активності дріжджів та створення сприятливих умов у тісті для їх розмноження та швидкого росту.

Мета роботи. Визначення впливу цикорію, кави та лимонного соку на біотехнологічні характеристики пресованих дріжджів та фізико-хімічні показники готових виробів пшеничного хліба.

Викладення основного матеріалу дослідження. Якість хлібопекарських дріжджів регламентується діючими стандартами, які визначають органолептичні показники (смак, колір, запах, консистенцію), фізико-хімічні (вологість, кислотність на день виготовлення та через 12 діб зберігання, стійкість), мікробіологічні (плісеневі гриби, бактерії групи кишкової палочки, патогенні, в тому числі сальмонели, *Staphylococcus aureus*).

Результати органолептичних досліджень дріжджів «Криворізьких» представлені у табл. 1. Масова частка вологи досліджуваних дріжджів становила $70 \pm 1,2$ %, кислотність – 128 мг оцтової кислоти/100 г.

Таблиця 1

Органолептичні показники якості пресованих дріжджів «Криворізьких»

Найменування показників	Характеристика
Колір	Рівномірний, без плям, світлий
Консистенція	Щільна, дріжджі повинні легко ламатися і не мазатись
Запах	Властивий дріжджам, не допускається запах плісені та інші сторонні запахи
Смак	Прісний, властивий дріжджам, без стороннього присмаку

Для оцінювання стану дріжджових клітин мікроскопували препарат, виготовлений із водної суспензії дріжджів, забарвлений метиленовим синім. Визначали морфологічний стан дріжджів, підраховували загальну кількість дріжджових клітин, кількість мертвих клітин і таких, що брунькуються. Встановлено, що за морфологічними ознаками клітини однорідні, сферичної форми. Кількість клітин, що брунькується у дріжджах, становить 5 %, кількість мертвих клітин – 2 %.

Відомо, що на біотехнологічні властивості дріжджів впливає наявність сторонньої мікрофлори, що обумовлено технологією їх виробництва. Дослідження наявності сторонньої мікрофлори показали, що у вибраних хлібопекарських дріжджах дріжджі роду *Candida* відсутні, також відсутні гнилісні і слизоутворюючі бактерії, бактерії групи кишкової палочки, *Staphylococcus aureus*.

У світовій практиці технологічні властивості дріжджів оцінюють за різними показниками, найважливіші з яких ґрунтуються на визначенні ферментативної активності [4]. Здатність дріжджів зброджувати глюкозу й фруктозу визначали за показником підйомної сили та зимазної активності, а мальтозу – за показником мальтазної активності.

Для визначення підйомної сили дріжджів використовували метод спливаючої кульки: 0,31 г пресованих дріжджів розчиняли у $4,8 \text{ см}^3$ 2,5%-го розчину натрію хлориду. До отриманого розчину додавали 7 г борошна пшеничного другого гатунку, надавали тісту форму кулі, занурювали у стакан з водою (температура 35°C). Підйомну силу оцінювали за часом, який пройшов з моменту опускання кульки до моменту спливання (час підйому в хвиликах множили на коефіцієнт 3,5).

Підйомна сила характеризує тільки зброджувальну здатність дріжджів щодо власних цукрів борошна і залежить тільки від активності зимазного комплексу ферментів дріжджів та не враховує їх здатність зброджувати мальтозу, що залежить від активності α -глюкозидази (мальтази). Зимазну та мальтазну активність дріжджів прийнято виражати часом у хвиликах, який затрачено для виділення 10 см^3 вуглекислого газу за рахунок зброджування розчину відповідного цукру. Встановлено, що вибрані дріжджі мали підйомну силу – 61,5 хв, зимазну активність – 52 хв, мальтазну – 58 хв.

Досліджували вплив рослинних харчових добавок (соку лимона, цикорію та кави) на ферментативну активність дріжджів. Коренеплоди цикорію містять білок, цукор, каротин, вітаміни групи В, аскорбінову кислоту, дубильні речовини, мінеральні солі, органічні кислоти, холін, а також цінний полісахарид – інулін, який під час розщеплення дає фруктозу [5]. Лимонний сік містить лимонну (8 %), яблучну кислоти, мікро- та макроелементи К, Со, Mg, Mn, Na, S, P, каротин, вітамін С та ін. Кава збагачує середовище

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

вітаміном PP та біогенними елементами калієм, кальцієм, фосфором. Такий хімічний склад дає підстави розглядати перспективність використання рослинних добавок як ефективних збагачувачів борошняних напівфабрикатів, як засіб покращення біотехнологічних властивостей хлібопекарських дріжджів, оскільки мінеральні речовини регулюють осмотичний тиск, впливають на проникливість оболонки дріжджів, разом з вітамінами активують ферменти, що беруть участь у метаболізмі та спиртовому бродінні.

Експериментальним шляхом доведено, що використання рослинних харчових добавок значно підвищує ферментативну активність хлібопекарських дріжджів. Визначено (рис. 1), що найкраще впливає на підйомну силу додавання цикорію та кави у кількості 1 % до маси борошна у тісті: використання цикорію скорочує час підйому кульки до 28,0 хв порівняно з контролем (61,5 хв), лимонного соку – до 36,2 хв, а кави – до 34,5 хв. Підйомна сила дріжджів повинна бути не більше 70 хв. У разі збільшення дозування добавок погіршується активність дріжджів.

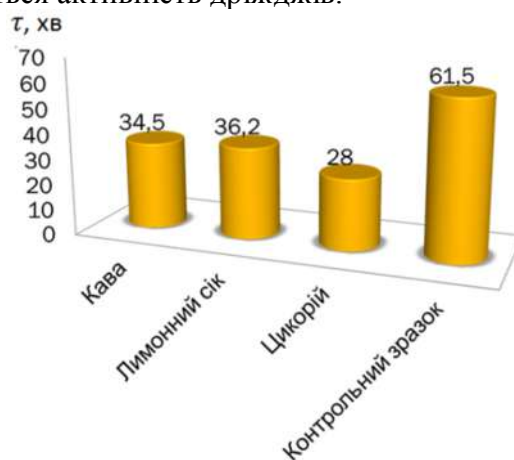


Рис. 1. Вплив добавок на підйомну силу дріжджів

Найкращу зимазну активність 30–38 хв мали дріжджі під час введення соку лимона (концентрація 0,25 % до маси борошна), цикорію (концентрація 1 %) та кави (при обох концентраціях). Так, зимазна активність досліджуваних зразків дріжджів покращується на 27–43 %, а мальтазна на 24–42 %, порівняно з контролем (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність зимазної та мальтазної активності дріжджів від концентрації добавок

Ферментативна активність	Контроль (дріжджі)	Цикорій		Кава		Лимонний сік	
		0,25 %	1 %	0,25 %	1 %	0,25 %	1 %
Зимазна, хв	52	45	36	38	38	30	58
Мальтазна, хв	58	43	34	43	42	44	60

Отже, процес тістоутворення є досить тривалим, що призводить до значної витрати часу. Використання цикорію, лимонного соку та кави для підвищення біотехнологічних властивостей пресованих дріжджів може забезпечити скорочення терміну їх адаптації до анаеробних умов у пшеничному тісті.

З метою виявлення впливу досліджених рослинних харчових добавок на органолептичні показники хліба нами розроблено рецептуру хліба білого з пшеничного борошна вищого гатунку з оптимальною кількістю добавок 0,1 % до маси борошна. Спосіб виготовлення – безопарний. Введення цикорію, лимонного соку та кави на етапі активації дріжджів забезпечило активне бродіння тіста відразу після замісу, що має велике значення за прискорених способів приготування тіста.

Якість хліба оцінювали за допомогою проведення лабораторних пробних випічок тіста. Для активації дріжджових клітин використовували рідкі поживні середовища, в які вводили рослинні харчові добавки – цикорій, сік лимона, каву. Порівнювали форму

хліба, колір і зовнішній вигляд скоринки, смак і запах. Визначали якість хлібної продукції за її фізико-хімічними властивостями – вологістю, кислотністю, пористістю. Дослідження вологості хліба проводили за ГОСТ 21094 – 75, пористості хліба – ГОСТ 5669 – 96, кислотності – прискореним методом за ГОСТ 5670 – 96.

Одержані зразки хліба з використанням добавок мають правильну форму і пропечений м'якуш, не вологий на дотик, еластичний, після легкого натиснення пальцями м'якуш набував початкової форми (рис. 2). Колір хліба з добавкою цикорію та кави дещо темніший, порівняно з хлібом з соком лимона (в якого м'якуш має світліший відтінок порівняно з контрольним зразком). Смак і запах хліба з кавою – присмні, з ледь помітними відтінками смаку і запаху кави, а з добавкою цикорію та лимонного соку – властиві пшеничному хлібу. Результати дослідження фізико-хімічних показників готових виробів наведено у табл. 3.



Рис. 2. Тісто та хліб після випічки: 1 – без добавок; 2 – з добавкою соку лимона; 3 – з добавкою цикорію; 4 – з добавкою кави

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники готових виробів

Добавка	Кількість добавки, % до маси борошна	Визначення фізико-хімічних показників готових виробів		
		Кислотність, град	Вологість, %	Пористість, %
Цикорій	0,1	2,1	41,3	79,3
Кава	0,1	2,3	41,0	80,8
Лимонний сік	0,1	2	42,6	78
Контрольний – без добавки	–	2	39,6	75

Вологість одержаних виробів становить 41...42,6 %. Кислотність хліба зумовлена бродінням тіста, виражається у градусах кислотності й становить для дослідних зразків 2–2,3°. Усі показники відповідають вимогам стандартів.

Під пористістю хліба розуміють відношення об'єму пор м'якушки до загального об'єму м'якушки (у відсотках). Пористість пшеничного хліба має бути не менше 72 %. Результати проведених досліджень показали, що пористість хліба з добавками підвищується і становить: з кавою – 80,8 %, з цикорієм – 79,3 %, з лимонним соком – 78 %. Пористість зразків без порот і ущільнень. Чим вища пористість виробів, тим довше вони зберігають свіжість. Добре розпушений хліб з рівномірною дрібною тонкостінною пористістю краще просочується травними соками і тому повніше засвоюється організмом.

Додавання кави у рецептуру уповільнює пліснявіння хліба. Так, у контрольному зразку ознаки пліснявіння з'явилися через 120 год, з добавкою соку лимона – через 96 год, цикорію – через 72 год, а в зразку хліба з добавкою кави – через 240 год. Кава підвищує мікробіологічну стабільність під час зберігання хліба.

Висновки. Доведено перспективність застосування кави, цикорію та соку лимона як харчових добавок у виробництві пшеничного хліба. Використання харчових добавок підвищує ферментативну активність дріжджів: зимазна активність покращується на 27–43 %, а мальтазна – на 24–42 %, порівняно з контрольним зразком. Добавки збагачують середовище розвитку дріжджів біогенними елементами, амінокислотами, мінеральними речовинами, вітамінами та забезпечують скорочення терміну адаптації дріжджів до анаеробних умов пшеничного тіста, що дасть змогу скоротити тривалість технологічного процесу приготування хліба. Отримані зразки хліба за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідають вимогам нормативних документів (ДСТУ, СОУ) [6; 7].

Список використаних джерел

1. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. – М. : Профессия, 2002. – 416 с.
2. Пиріг Т. П. Мікробіологія харчових виробництв : навчальний посібник / Т. П. Пиріг, Л. Р. Решетняк, Н. М. Грегірчак. – Вінниця : Нова книга, 2007. – 464 с.
3. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.
4. Шестаков С. Д. Новая эффективная технология активации хлебопекарных дрожжей / С. Д. Шестаков, Т. П. Волохова // Хлебопечение России. – 2000. – № 6. – С. 33–34.
5. Панишин Б. А. Биохимия цикория / Б. А. Панишин // Цикорий. – М., 1935. – С. 88, 91.
6. СОУ 15.8-37-00389676-559:2007. Хліб із різних сортів пшеничного борошна та їх сумішей. Традиційний асортимент. Загальні вимоги. – Введ. 2015–02–01. – К., 2013. – 14 с.
7. ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови».

Савченко Олеся Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Савченко Олеся Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Savchenko Olesia – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: savchenkolm@rambler.ru

Сиза Ольга Іллівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Сизая Ольга Ильинична – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Sizaya Olga – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: syza7@ukr.net

Зінченко Юлія Сергіївна – студентка, студентка кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Зинченко Юлия Сергеевна – студентка, студентка кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Zinchenko Yulia – student, student of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: julia_chernigiv@ukr.net

Деркач Тетяна Леонідівна – студентка, студентка кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Деркач Татьяна Леонидовна – студентка, студентка кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Derkach Tetiana – student, student of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: tderkach737@mail.ru

Михайлова Марина Ігорівна – студентка, студентка кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Михайлова Марина Игоревна – студентка, студентка кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Mikhailova Maryna – student, student of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: marina-mikhaylova1998@mail.ru

УДК 664.64.022.39

*Олеся Савченко, Ольга Сиза, Марина Коваленко, Олена Купчик***ФІТОДОБАВКИ НА ОСНОВІ ЗЕЛЕНИХ ПАРОСТКІВ ПШЕНИЦІ
У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ***Олеся Савченко, Ольга Сизая, Марина Коваленко, Елена Купчик***ФИТОДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЗЕЛЕННЫХ РОСТКОВ ПШЕНИЦЫ
В ХЛЕБОПЕКАРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ***Olesia Savchenko, Olga Sizaya, Maryna Kovalenko, Olena Kupchik***PHYTO SUPPLEMENTS BASED ON GREEN SHOOTS OF WHEAT
IN BREAD MAKING**

Досліджено підвищення біологічної та харчової цінності пшеничного хліба за допомогою введення оздоровчої добавки на основі зелених паростків пшениці. Фітодобавка збагачує вироби вітамінами, макро- і мікроелементами, не викликає зниження споживчих та технологічних властивостей хліба. Використання харчової добавки підвищує ферментативну активність дріжджів, що скорочує тривалість технологічного процесу приготування пшеничного хліба.

Ключові слова: паростки пшениці, мікроелементи, вітаміни, якість хліба.

Рис.: 4. Бібл.: 8.

Исследовано повышение биологической и пищевой ценности пшеничного хлеба путем введения оздоровительной добавки на основе зеленых ростков пшеницы. Фитодобавка обогащает изделия витаминами, макро- и микроэлементами, не вызывает снижения потребительских и технологических свойств хлеба. Использование пищевой добавки повышает ферментативную активность дрожжей, сокращает продолжительность технологического процесса приготовления пшеничного хлеба.

Ключевые слова: ростки пшеницы, микроэлементы, витамины, качество хлеба.

Рис.: 4. Библ.: 8.

Studied biological and the nutritional value of wheat bread by introducing a dietary supplement based on green wheat grass. Phyto supplement is enrich the product vitamins, macro and micronutrients, without causing the decline in consumer and technological properties of bread. Use of a food supplement increases the enzymatic activity of yeast, shortens the process of preparation of white bread.

Key words: wheat germ, minerals, vitamins, quality of bread.

Fig.: 4. Bibl.: 8.

Постановка проблеми. У зв'язку з несприятливою екологічною ситуацією та підвищеними навантаженнями на організм людини зростаючим попитом у населення користується харчова продукція лікувально-профілактичної дії. Пріоритетна роль у створенні й випуску продуктів оздоровчого та профілактичного призначення належить хлібопекарській галузі, оскільки хлібобулочні вироби є найбільш поширеними харчовими продуктами, які споживаються щодня всіма групами дитячого й дорослого населення. Хліб є традиційно доступним продуктом харчування, який вживається щоденно і може забезпечити організм людини поживними речовинами. Введення у рецептуру хлібобулочних виробів компонентів, що додають їм профілактичні та лікувальні властивості, дозволяє вирішити проблему дефіциту фізіологічно активних речовин, що беруть участь в обмінних процесах, а також надати готовій продукції поліпшених технологічних показників [1–6]. Регулярне споживання вітамінізованого хліба сприяє підвищенню стійкості організму до негативного впливу навколишнього середовища, прискоренню одужання при різних захворюваннях, підвищенню тону при стресових ситуаціях і фізичних навантаженнях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Високою біологічною цінністю відрізняється хліб із додаванням пророщеного протягом доби зерна пшениці. У зерні на стадії проростання пробуджуються життєві сили зародка, активізуються ферменти. У ході досліджень [4] відзначено, що оптимальний вміст у тісті подрібненого зерна – 12 і 24 %. Мають попит у населення сорти хліба з додаванням насіння олійних і зернових культур. Дослідження [4], проведені з харчовою добавкою «Тиквіта», що містить насіння гарбуза, кунжуту і подрібнених злаків, з дозою 5 і 10 % показали, що більш якісним був хліб з добавкою 5 %. Він мав приємний аромат, хорошу пористість і приємний смак. Додавання у рецептуру хліба порошку топінамбура, що містить інулін та різні вітаміни, робить його особливо корис-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

ним для діабетиків. Дослідження показали, що кращим за якістю був хліб з додаванням 5 % порошку топінамбура. Він мав сіруватий м'якуш, приємний смак і запах, більш довгий термін зберігання. Проведено дослідження з додаванням у пшенично-житній хліб цибулі, обсмаженої в олії. Такий хліб відрізнявся специфічним присмаком і ароматом цибулі.

Застосування добавок різної природи та принципу дії пов'язано з аспектами їх фізіологічного впливу на здоров'я людини, що регламентується встановленими гігієнічними нормативами якості й безпеки харчових продуктів для людини. Харчові добавки допустимо вводити тільки у тому випадку, якщо вони покращують здоров'я людини та є технологічно доцільними під час застосування [1]. Цілеспрямоване використання різних груп харчових добавок дозволяє регулювати хід технологічного процесу, формувати певні властивості тіста і покращувати якість хлібобулочних виробів.

Одним із перспективних напрямків наукових досліджень є використання в хлібопекарській справі фітодобавок на основі зелених паростків пшениці. Білки (26 %), жири (10 %), вуглеводи (34 %) паростків пшениці легко засвоюються організмом людини. Кількість мікроелементів і вітамінів під час проростання істотно зростає. Паростки пшениці містять калій (850 мг / 100 г), кальцій (70 мг / 100 г), фосфор (1100 мг / 100 г), магній (400 мг / 100 г), ферум (10 мг / 100 г), цинк (20 мг / 100 г), вітаміни В1 (2 мг / 100 г), В2 (0,7 мг / 100 г), В3 (4,5 мг / 100 г), В6 (3,0 мг / 100 г), Е (21,0 мг / 100 г) і фолієву кислоту (0,35 мг / 100 г). Кількість вітаміну С збільшується при проростанні з 1,07 до 10,36 мг/100 г. Такий хімічний склад дає підстави розглядати перспективність використання паростків пшениці як ефективних збагачувачів борошняних напівфабрикатів, як засіб покращення біотехнологічних властивостей хлібопекарських виробів.

Мета роботи. Дослідження впливу фітодобавки на основі зелених паростків пшениці на якість пшеничного хліба, підвищення вмісту мікроелементів та вітамінів і застосування у лікувально-профілактичному харчуванні.

Викладення основного матеріалу дослідження. Пшеницю пророщували й отримували зелені паростки висотою 10–12 см (рис. 1). Фітодобавку готували гомогенізацією суміші паростків і води (30 г на 300 см³ води) та в рецептуру хліба вводили у вигляді емульсії на стадії активації дріжджів.

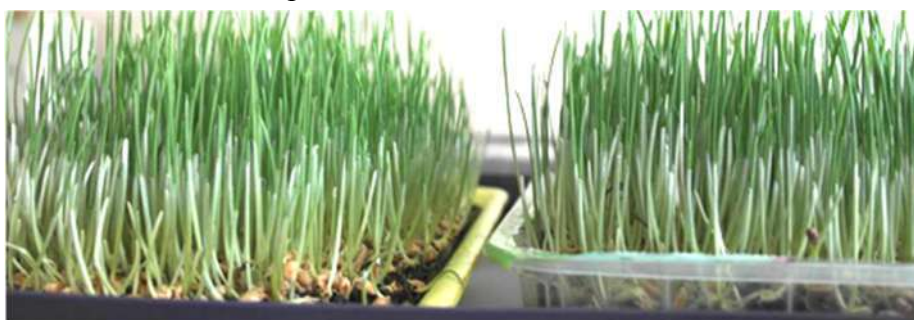


Рис. 1. Вирощування та приготування фітодобавки з зелених паростків пшениці

Технологічні властивості дріжджів оцінюють за різними показниками, найважливіші з яких ґрунтуються на визначенні ферментативної активності. Комплексним показником їх якості є підйомна сила. Вона обумовлена активністю комплексу ферментів, що викликають спиртове бродіння. Досліджували вплив харчових добавок на підйомну силу дріжджів із застосуванням методу спливаючої кульки.

Якість хліба оцінювали за допомогою проведення лабораторних пробних випічок тіста.

Органолептично визначали: форму хліба, колір і зовнішній вигляд скоринки, смак і запах. Якість хлібної продукції досліджували за її фізико-хімічними властивостями – вологістю (ГОСТ 21094–75), кислотністю (прискореним методом ГОСТ 5670–96), пористістю (ГОСТ 5669–96).

Згідно з санітарними нормами якості продовольчої сировини та харчових продуктів, до токсичних елементів, за якими контролюються продовольчі товари, відносяться плумбум, кадмій, арсен, меркурій, купрум і цинк.

Для визначення вмісту цинку, купруму, плумбуму та кадмію був застосований метод інверсійної вольтамперометрії – аналізатор типу ТА-Lab (рис. 2).

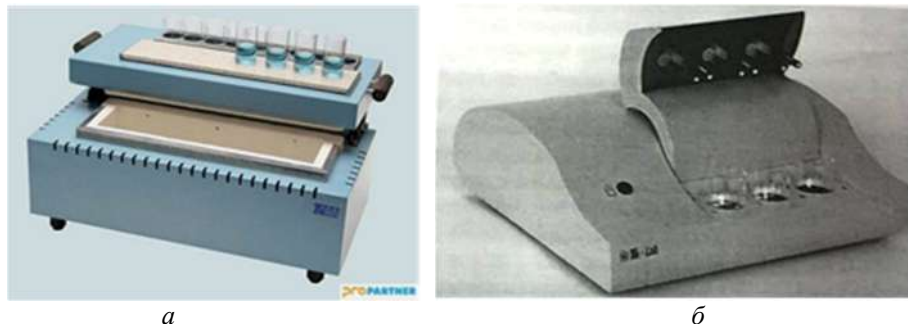


Рис. 2. Двокамерна піч ПДП (а) та вольтамперографічний аналізатор (б)

Методика заснована на проведенні інверсійно-вольтамперометричного (ІВ) аналізу водного розчину проби після попередньої пробопідготовки. Для зручного та ефективного проведення пробопідготовки, мокре і сухе озолення, виконували у двокамерній печі ПДП, що програмується. Піч має закриту камеру озолення проб і розміщену на ній напівзакриту камеру-плитку для випарювання проб.

Метод ІВ-аналізу ґрунтується на здатності елементів осаджених на ртутно-плівковому електроді, електрохімічно розчинятися при певному потенціалі, характерному для кожного елемента. Масові концентрації елементів у пробі визначали методом порівняння з атестованими сумішами елементів – метод добавок з використанням стандартних розчинів, що містять по 1 мг/ дм³, або 10 мг/ дм³ кожного з елементів, які виготовлені на основі державних стандартних зразків і бідистиляту.

Хліб із пшеничного борошна вищого сорту готували безопарним способом за наступними рецептурами (табл. 1).

Таблиця 1

Рецептури хліба пшеничного

Сировина	Фітодобавка 70 см ³ на виріб	Фітодобавка 140 см ³ на виріб	Фітодобавка 210 см ³ на виріб
Борошно пш. в.с., г	1100	1100	1100
Сіль, г	15	15	15
Дріжджі пресовані, г	7,5	7,5	7,5
Вода, см ³	470	360	290

Відмічено підвищення біотехнологічних властивостей пресованих дріжджів та скорочення терміну їх адаптації до анаеробних умов пшеничного тіста. Використання фітодобавки зменшує час підйому кульки до 32,0–24,0 хв. порівняно з контролем (61,5 хв.). Екстракт фітодобавки збагачує поживне середовище дефіцитними для борошна макро-, мікроелементами, амінокислотами, вітамінами. Ферум, манган, купрум, вітамін С беруть участь в окисно-відновних реакціях метаболізму дріжджів, виступають у ролі регулятора окисно-відновного потенціалу. Магній, цинк, бор, вітаміни є стимуляторами ферментативної активності дріжджів. Калій, вміст якого підвищується з внесенням екстракту фітодобавки, також активізує ферменти дріжджової клітини, стимулює зброджування мальтози, впливає на розмноження дріжджів, відіграє істотну роль у окислювальному фосфорилуванні – одному з найважливіших компонентів клітинного дихання, що приводить до отримання енергії у вигляді АТФ і в процесах гліколізу, крім того, рух неорганічного фосфору всередину клітини специфічно стимулюється калієм. Він також активує дріжджову альдолазу, яка потрібна для дії ферменту

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

піруваткарбоксилази, і впливає, так само як нітроген і сульфур, на ліпідний обмін дріжджових клітин [7]. Мінеральні речовини, в цілому, регулюють осмотичний тиск і впливають на проникливість оболонки дріжджів, є поживними солями, разом з вітамінами активують ферменти, що беруть участь у метаболізмі та спиртовому бродінні [7; 8].

Одержані зразки хліба з використанням фітодобавки мають правильну форму і пропечений м'якуш, не вологий на дотик, еластичний, після легкого натиснення пальцями м'якуш набував початкової форми (рис. 3). Колір м'якушки хліба з фітодобавкою має світло-зелений відтінок порівняно з контролем, а смак і запах – властиві пшеничному хлібу, з приємним, ледь помітним слідом запаху зелених паростків пшениці. Результати дослідження органолептичних показників готових виробів наведено у табл. 2.



Рис. 3. Хліб після випічки і дослідження на пористість:
1 – без добавок; 2 – 140 см³ добавки; 3 – 210 см³ добавки

Таблиця 2

Органолептичні показники готового хліба

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	1. Відповідає формі, в якій проводили випікання, без бокових впливів. 2. Відповідає формі, в якій проводили випікання, без бокових впливів. 3. Відповідає формі, в якій проводили випікання, без бокових впливів
Смак	1. Властивий цьому виду виробів, без стороннього присмаку. 2. Властивий цьому виду виробів, з присмаком ситності. 3. Властивий цьому виду виробів, присутній легкий трав'яний присмак
Запах	1. Властивий цьому виду виробів, без стороннього запаху. 2. Властивий цьому виду виробів, без стороннього запаху. 3. Властивий цьому виду виробів, з ледь помітним слідом запаху зелених паростків пшениці
Колір скоринки	1. Від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілості. 2. Від світло-коричневого до темно-коричневого, присутній світло-зелений відтінок, без підгорілості. 3. Від світло-коричневого до темно-коричневого, присутній характерний зелений відтінок, без підгорілості
Стан м'якушки	1. Пропечена, без слідів непромісу. 2. Пропечена, без слідів непромісу. 3. Пропечена, без слідів непромісу

Вологість одержаних виробів становить 43,01...45,67 % (табл. 3). Кислотність хліба зумовлена бродінням тіста, виражається у градусах, і становить для дослідних зразків 1,8–2,4° (за вимогами – для пшеничних сортів не перевищує 3–4°).

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники готового хліба

Назва показника	Значення показників якості дослідженого хліба			
	без добавки	70 см ³ добавки	140 см ³ добавки	210 см ³ добавки
Пористість, %	71,78	73,15	74,21	72,18
Вологість, %	43,11	43,23	43,01	45,67
Кислотність, град.	2,4	1,9	2,0	1,8
Вміст вітаміну С у 100 г продукту, мг	0,4	0,8	1,9	3,8

Під пористістю хліба розуміють відношення об'єму пор м'якушки до загального об'єму м'якушки і виражають у відсотках. Пористість пшеничного хліба має бути не менша 63–72 %. Результати проведених досліджень показали, що пористість хліба з фітодобавкою за об'ємом 70 см³ підвищується до 73,15 %; 140 см³ – 74,21 %; 210 см³ – 72,18 %, пористість зразків без пористості і ущільнень (рис. 3). Чим вища пористість виробів, тим довше вони зберігають свіжість. Добре розпушений хліб з рівномірною дрібною тонкостінною пористістю краще просочується травними соками і тому повніше засвоюється організмом.

Результати дослідження вмісту мікроелементів наведено у табл. 4 і на рис. 4.

Таблиця 4

Показники безпеки хліба пшеничного

Назва виробу	Вміст мікроелементів, мг/на кг продукту			
	Цинк	Кадмій	Плюмбум	Купрум
Нормовані показники для хліба, не більше	25	0,05	0,30	5,0
Хліб пшеничний без добавок	3,9	0,056	0,54	4,6
Хліб + 70 см ³ добавки	4,4	0,045	0,50	4,0
Хліб + 140 см ³ добавки	7,8	0,050	0,50	4,2
Хліб + 210 см ³ добавки	9,3	0,052	0,48	4,8
Паростки пшениці (wheatgrass)	26	0,03	0,30	2

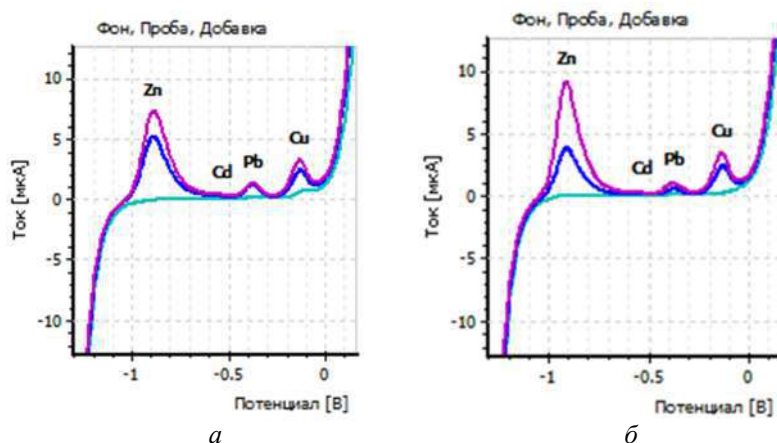


Рис. 4. Графіки залежності висоти піка від концентрації елементів в розчині електрохімічної комірки (результати комп'ютерного оброблення даних): а – 140 см³ фітодобавки; б – 210 см³ фітодобавки

Дослідження показали, що вміст купруму, кадмію, цинку у зразках хліба не перевищує допустимі рівні. Купрум та Цинк є біомікроелементами, входять до складу багатьох металоферментів. Додаткова потреба їх становить 30 мг та 10–16 мг відповідно [4]. Ведення фітодобавки до рецептури хліба підвищує вміст цинку з 3,9 до 9,3 мг/кг. Вміст плюмбума перевищує нормовані показники як у хлібі пшеничному без фітодобавок, так із добавками. Це відхилення обумовлене підвищеним вмістом плюмбуму у сировині (борошно, сіль), оскільки у паростках пшениці (табл. 4) вміст плюмбуму – у нормі.

Висновки. У роботі вирішено завдання підвищення біологічної та харчової цінності хлібобулочних виробів. Показано можливість використання харчової добавки на основі зелених паростків пшениці під час виробництва хлібобулочних виробів. Досліджено вплив фітодобавки на життєдіяльність хлібопекарських дріжджів, її вплив на структурно-механічні та органолептичні показники тіста. Встановлено, що у разі збагачення хліба запропонованим продуктом його вміст не повинен перевищувати 70 % до об'єму рідини у рецептурі.

Виявлено способи підготування живильного середовища для активації дріжджів за відомими технологіями та з використанням екстракту фітодобавки. Використання харчової добавки підвищує ферментативну активність дріжджів, що дасть змогу скоротити тривалість технологічного процесу приготування хліба.

Фітодобавка збагачує вироби вітамінами, макро- й мікроелементами, не викликає зниження споживчих та технологічних властивостей хліба.

Список використаних джерел

1. *Матвеева И. В.* Мікроінгредієнти і якість хліба / *И. В. Матвеева* // Харчові інгредієнти. Сировина і добавки. – 2000. – № 1. – С. 28–31.
2. *Назаров В. П.* Использование концентрата эламина для производства продуктов повышенной биологической ценности / *В. П. Назаров* // Матеріали наук.-практ. конф. «Харчові добавки, інгредієнти, БАДи: їх властивості та використання у виробництві продуктів і напоїв». – К., 2003. – С. 43–44.
3. *Патт В. А.* Новые сорта хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности и лечебно-диетических свойств / *В. А. Патт, В. В. Щербатенко*. – М. : ЦИНТИпищепром, 1964. – 50 с.
4. *Пути* повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий / *Р. В. Кузьминский, В. А. Патт, В. В. Щербатенко, Л. Ф. Столярова*. – М. : ЦНИИТЭИПищепром, 1979. – С. 19.
5. *Савченко О. М.* Розробка технологічних основ для підвищення підйомної сили хлібопекарських дріжджів / *О. М. Савченко, В. М. Челябієва, О. І. Сиза* // Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Вып. 3 (36), т. 8. – С. 32–35.
6. *Гудкова Т. И.* Повышение питательной ценности хлебобулочных изделий / *Т. И. Гудкова, Г. А. Климонтова* // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 10. – С. 106–106.
7. *Квасников Е. И.* Дрожжи. Биология. Пути использования / *Е. И. Квасников, И. Ф. Щелокова*. – К. : Наукова думка, 1991. – 328 с.
8. *Афанасьева О. В.* Микробиология хлебопекарного производства / *О. В. Афанасьева*. – СПб. : Береста, 2003. – 220 с.

Савченко Олеся Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Савченко Олеся Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Savchenko Olesia – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: savchenkolm@rambler.ru

Сиза Ольга Іллівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Сизая Ольга Ильинична – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Sizaya Olga – Doctor in Technical Sciences, Professor, Head of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: syza7@ukr.net

Коваленко Марина Сергіївна – студент, студент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Коваленко Марина Сергеевна – студент, студент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Kovalenko Maryna – student, student of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: maryna8kovalenko@gmail.com

Купчик Олена Юріївна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка (вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Україна).

Купчик Елена Юрьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры химии, Черниговский национальный педагогический университет имени Т.Г. Шевченко (ул. Гетьмана Полуботка, 53, г. Чернигов, 14013, Украина).

Kupchyk Olena – PhD in Chemical Sciences, Associate Professor of Chemical Department, Chernihiv T. G. Shevchenko National Pedagogical University (53 H. Polubotka Str., 14013 Chernihiv, Ukraine).

РОЗДІЛ VII. ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 006.91:075.8

Євген Сахно, Марина Двоєглазова, Дмитро Ітченко

СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Евгений Сахно, Марина Двоєглазова, Дмитрий Итченко

СОЗДАНИЕ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Yevhen Sakhno, Maryna Dvoieglazova, Dmytro Itchenko

THE ESTABLISHMENT OF A TRAINING LABORATORY FOR DETERMINATION OF PARAMETERS OF QUALITY OF PRODUCTION PROCESSES

Розглянуто основні етапи створення навчальної лабораторії зі стандартизації, сертифікації та якості. Наведено перелік лабораторних робіт та обладнання, що використовується під час їх виконання. Основними завданнями лабораторії є організаційна підтримка навчального процесу під час проведення групових занять згідно з робочими та навчальними планами, факультативних групових занять, забезпечення індивідуальної, самостійної та наукової роботи студентів та викладачів.

Ключові слова: навчальна лабораторія, вимірювання, дослідження, метрологія, якість.

Рис.: 4. Табл.: 3. Бібл.: 9.

Рассмотрены основные этапы создания учебной лаборатории по стандартизации, сертификации и качества. Представлен перечень лабораторных работ и оборудования, которое используется при их выполнении. Основными задачами лаборатории являются организационная поддержка учебного процесса при проведении групповых занятий в соответствии с рабочими и учебными планами, факультативных групповых занятий, обеспечение индивидуальной, самостоятельной и научной работы студентов и преподавателей.

Ключевые слова: учебная лаборатория, измерения, исследования, метрология, качество.

Рис.: 4. Табл.: 3. Библ.: 9.

In the article the main stages of the creation process laboratories standardization, certification and quality. Reviewed list of labs and equipment that is used in their implementation. The main objectives of the laboratory are organizational support of educational process in teaching group classes in accordance with the working and educational plans, optional group sessions, providing individual, independent and scientific work of students and teachers.

Key words: laboratory, measurement, research, metrology, quality.

Fig.: 4. Tabl.: 3. Bibl.: 9.

Постановка проблеми. З метою забезпечення навчального процесу під час підготовки спеціалістів спеціальності «Якість, стандартизація та сертифікація», «Геодезія, картографія та землеустрій», «Гідротехніка» (водні ресурси), «Будівництво» і виконання циклу лабораторних робіт з дисциплін «Метрологічне забезпечення виробництва», «Метрологія і стандартизація», «Системи управління якістю» на кафедрі управління якістю та проектами була створена навчальна лабораторія «Якість, стандартизація та сертифікація» для виконання студентами лабораторних і практичних робіт (наказ № 139 від 25.06.2012 року по ЧДПУ). Основною метою навчальної лабораторії у сфері якості є гарантування високого рівня навчальних послуг, якості випробувань і досліджень, яке забезпечує отримання надійних та достовірних результатів. Головним завданням системи якості лабораторії є створення необхідних умов для отримання достовірної інформації про значення показників якості та безпеки продукції під час виконання завдань студентами й оцінювання відповідності цих показників встановленим вимогам.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботах [1; 2] наведено основні підходи до проведення вимірювання фізичних величин, розглянуто основні положення та визначення у сфері метрології. Метрологічним властивостям вимірювальної техніки присвячено роботи [3; 4; 5]. Особливостям акредитації випробувальних лабораторій присвячено роботу [6]. Проте питанню створення навчальної лабораторії з сучасними засобами вимірювальної техніки приділено недостатньо уваги.

Мета статті. Метою статті є вибір методичного та технічного забезпечення для створення навчальної лабораторії зі стандартизації, сертифікації та якості для проведення практичних і лабораторних робіт студентами відповідних спеціальностей.

Виклад основного матеріалу. Навчальна лабораторія несе відповідальність за здійснення своєї діяльності таким чином, щоб відповідати вимогам міжнародних стандартів ISO і надавати освітні послуги, які регламентуються навчальними планами, освітньо-професійними програмами та освітньо-кваліфікаційними характеристиками. Система управління лабораторією є частиною організації, що здійснює наукову та навчальну діяльність, тому необхідно визначити відповідальність провідних фахівців організації, які задіяні у навчальній та науково-дослідницькій діяльності. При цьому лабораторія повинна бути оформлена документально, мати свою систему управління відповідно до програм підготовки студентів для забезпечення якості надання освітніх послуг.

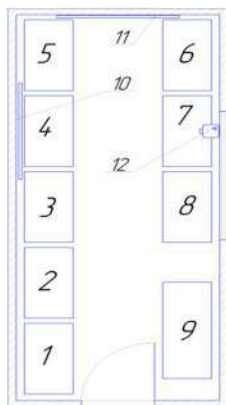
Основні етапи створення навчальної лабораторії такі:

1. Ухвалення рішення про створення лабораторії і визначення сфери її діяльності.
2. Визначення структури організації із зазначенням внутрішньовідомчої підпорядкованості лабораторії та її керівників.
3. Визначення робочих площ лабораторії і штату співробітників.
4. Наказ про створення лабораторії, затверджений керівником організації.
5. Зарахування співробітників у штат лабораторії з оформленням підтверджувальних документів. Затвердження кадрового складу лабораторії, складання штатного розкладу.
6. Розроблення та затвердження Положення про лабораторію.
7. Розроблення і затвердження інструкцій з охорони праці та техніки безпеки в лабораторії. Ознайомлення із зазначеними інструкціями співробітників лабораторії.
8. Здійснення матеріально-технічного, нормативного, методичного та іншого інформаційного забезпечення лабораторії.
9. Проведення досліджень робочих зон лабораторії, включаючи дослідження освітленості, шуму і вібрації, дослідження повітря в закритих приміщеннях на предмет вмісту шкідливих домішок, середньої температури, вологості та інших метеорологічних факторів.
10. Складання та затвердження посадових інструкцій співробітників лабораторії.

Таким чином, навчальна лабораторія кафедри управління якістю та проектами була обладнана засобами для проведення метрологічних вимірів та визначення якості промислової продукції. Було розроблено положення про лабораторію та посадові інструкції завідувача лабораторією та старшого лаборанта, які визначають порядок та умови функціонування лабораторії в межах ЧНТУ під час проведення навчального процесу. На рис. 1 представлено загальний вигляд навчальної лабораторії та план розташування робочих місць. Також підготовлено інструкції з техніки безпеки відповідно до Закону України «Про охорону праці». Викладачі, студенти та навчальні майстри повинні суворо дотримуватись вимог, вказаних в інструкціях. Невиконання правил техніки безпеки веде за собою суворі дисциплінарні та штрафні санкції.

Викладачами кафедри було розроблено комплекс лабораторних та практичних робіт для проведення практичних, лабораторних занять і наукової діяльності. Відповідно до рис. 1, а перелік робочих місць такий. Робоче місце 1 – виконання лабораторної роботи з вимірювання розмірів виробів методом збігу. Робоче місце 2 – виконання лабораторної роботи стосовно дослідження похибки вимірювань у разі зміни температурних параметрів. Робоче місце 3 – виконання лабораторної роботи щодо дослідження похибок показань лічильників водопостачання. Робоче місце 4 – виконання лабораторної роботи стосовно дослідження похибки вимірювання лабораторних ваг. Робоче місце 5 – виконання лабораторної роботи щодо дослідження нормованих метрологічних характери-

стик лічильників спожитої електроенергії. Робоче місце 6 – виконання лабораторної роботи стосовно дослідження класу точності засобів вимірювання. Робоче місце 7 – виконання лабораторної роботи з моніторингу енергоощадності будівель та споруд. Робоче місце 8 – виконання лабораторної роботи щодо оцінювання системи обліку природного газу. Крім того, в лабораторії є шафа для зберігання лабораторного оснащення та навчально-методичної літератури 9, мультимедійний екран 10, дошка 11, мультимедійний проектор 12.



а



б

Рис. 1. Навчальна лабораторія зі стандартизації сертифікації та якості: а – план розміщення робочих місць та навчального оснащення в лабораторії; б – загальний вигляд навчальної лабораторії

У табл. 1 наведено перелік лабораторних робіт, а також характеристики необхідного обладнання, що застосовуються в лабораторії.

Таблиця 1

Обладнання для проведення лабораторних робіт

№ л.р.	Назва лабораторної роботи	Загальний вигляд обладнання	Характеристика обладнання
1	2	3	4
1	Дослідження розмірів виробів методом збігу		Плоскопаралельні кінцеві міри довжини (КМД №1). Щупи (набори №1-3). Калібри пробки гладкі, різьбові та скоби. Рівень водяний. Штангенциркулі (ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III). Глибиноміри штангові й мікрометричні (ГМ 25x0,01, ШГ-250x0,05). Мікрометри гладкі (МК 0-25, МК 25-50, МК 50-75, МК 150-175). Індикатор годинникового типу (ИЧ-10). Індикатор важільний годинникового типу (ИРВ 0-0,8 мм). Мікрометр важільний (МР 0-25x0,002). Мікрометр різьбовий (МВМ 0-25). Скло повіроче
2	Дослідження похибки вимірювань у разі зміни температурних параметрів		Піч лабораторна муфельна ПМ-8. Цифровий прилад для вимірювання температури. Персональний комп'ютер з програмним забезпеченням

Продовження табл. 1

1	2	3	4
3	Дослідження похибок показників лічильників водопостачання		Стенд для дослідження точності лічильників гарячої та холодної води. Лічильники води (КВ-1,5). Монометри (ОБМ1-160)
4	Дослідження вимірювання похибки лабораторних ваг		Ваги лабораторні чашкові. Набір ваг. Ваги електронні настільні Clatronic модель KW 3366 (0–5 кг x0,001кг). Ваги електронні підлогові Scarlett модель SL 1558 (1–180кг x0,1кг). Персональний комп'ютер з програмним забезпеченням
5	Дослідження нормованих метрологічних характеристик лічильників спожитої електроенергії		Вольтметри й амперметри аналогові (стрілочні) постійного та змінного струму. Цифровий мультметр-тестер XL830L. Прилад для вимірювання сили струму цифровий DT-266F. Стенд для дослідження точності електролічильників. Осцилограф аналоговий С1-65. Персональний комп'ютер з програмним забезпеченням
6	Дослідження класу точності засобів вимірювання		Амперметри аналогові (стрілочні) постійного та змінного струму. Цифровий мультметр-тестер XL830L. Прилад для вимірювання сили струму цифровий DT-266F. Осцилограф аналоговий С1-65
7	Моніторинг енергоощадності будівель та споруд		Тепловізор Fluke Ti100-13120026
8	Оцінювання системи обліку природного газу		Коректор об'єму газу OE-VPT. GSM/GPRS-модем Fargo Maestro 100 TCP/IP. Інтерфейс RS-232. GSM антена зовнішня. Прилад для симуляції витрати газу в трубопроводі. Персональний комп'ютер з програмним забезпеченням

Особливістю навчальної лабораторії є використання ПЕОМ у складі вимірювальних пристроїв з можливістю створення максимально зручного інтерфейсу для оператора. Зручний і зрозумілий режим підказок, звичне оформлення передньої панелі та результатів вимірювань робить інформаційно-вимірювальну систему ергономічною та приємною для користувача. Простота діалогу, можливість швидкої переконфігурації, вбудований апарат оброблення даних дозволяють створювати на основі персонального комп'ютера і плати збору даних безліч різноманітних гнучких вимірювальних систем.

Відомо, що у зв'язку із зростанням цін на енергоресурси зростає потреба у зменшенні втрат газу в процесі його транспортування та споживання. Аналіз причин втрат природного газу свідчить, що значна їх частина зумовлена недоліками метрологічного забезпечення, зокрема недоліками приладного обліку, а саме неточностями в обчисленнях отриманого й спожитого газу.

Загальна схема дистанційного вимірювання метрологічних показників (рис. 2, а) була практично реалізована в навчальній лабораторії таким чином. У систему обліку газу на виробництві вбудовують коректор витрат (рис. 2, б, в), який за допомогою мережі Інтернет пов'язаний з програмним забезпеченням ПЕОМ (рис. 2, г). Використовуючи програмний комплекс, можливо в режимі on-line визначити витрати природного газу на виробництві та корегувати їх залежно від виробничих потреб.

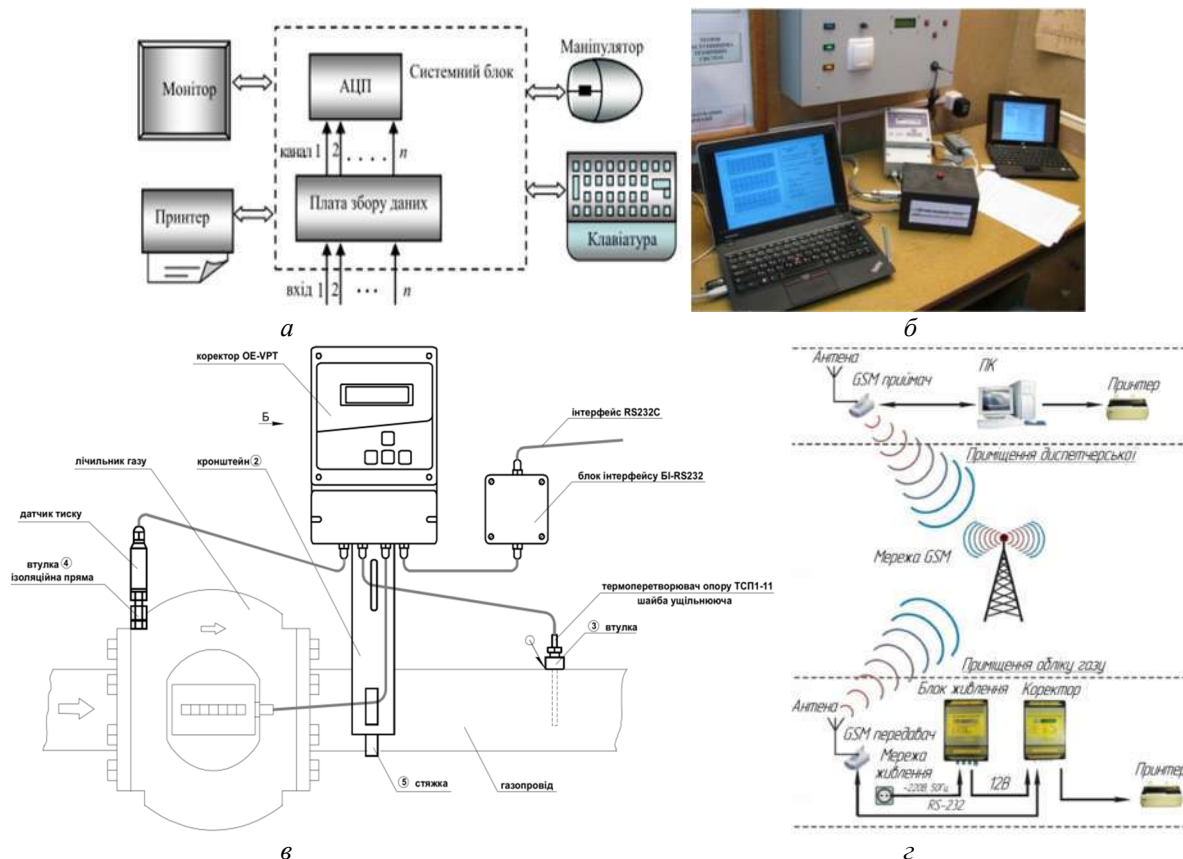


Рис. 2. Дистанційне вимірювання параметрів газу: а – узагальнена структурна схема віртуального вимірювального приладу; б – схема дистанційного вимірювання параметрів спожитого газу; в – монтаж коректора на горизонтальному трубопроводі; г – схема модемної передачі даних

Загальний вигляд коректора представлено на рис. 3, а. Коректор призначений для: – перетворення й оброблення імпульсних сигналів, що надходять від лічильника газу; – обчислення об’ємної витрати й об’єму горючих природних газів за робочих умов; – вимірювання поточного часу, а також температури та абсолютного тиску газу; – обчислення витрати й об’єму газу, зведеного до стандартних умов за ГОСТ 2939.

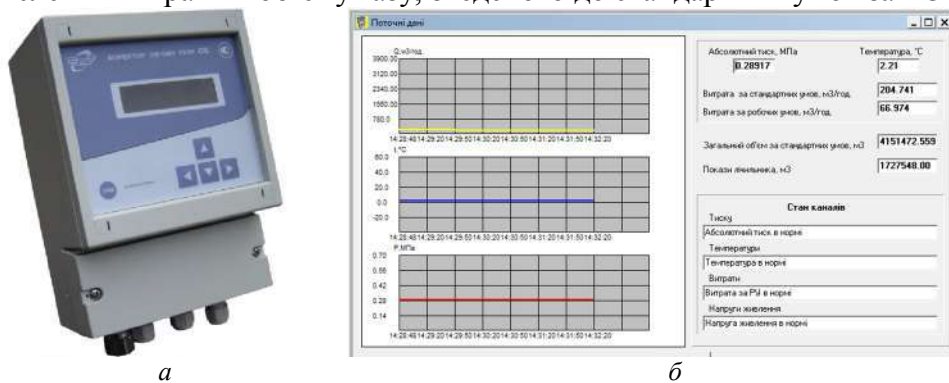


Рис. 3. Результати отриманих поточних даних в циклі вимірювання: а – загальний вигляд коректора об’єму газу OE-VPT; б – результати виміру даних обліку газу

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

На рис. 3, б представлено результати виміру даних обліку газу на виробництві. З рисунка видно, що тиск, температура та обсяг споживання палива не змінюються з часом, що свідчить про стабільність постачання і споживання енергоносія.

Стандартні умови, за яких коректор обчислює витрати й об'єм газу, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Стандартні умови, за яких коректор обчислює витрати й об'єм газу

Найменування показника	Значення	Одиниці виміру
Температура	20 (293,15)	°C (°K)
Тиск	760 (101325)	мм.рт.ст (Н/м ²)
Вологість	0	%

Коректор може застосовуватися у складі вузлів обліку газу, в тому числі комерційного, на газорозподільчих пунктах, промислових об'єктах та об'єктах комунального господарства. Коректор обчислює коефіцієнт стиснення газу згідно з РД 50-213-80, за рівняннями стану GERG-91 або за методом NX19 згідно з ГОСТ 30319.2 (за вибором користувача) для таких діапазонів змін параметрів газу:

- абсолютний тиск – від 0,084 до 1,4 МПа;
- температура – від -25 до +60 °C у ході роботи згідно з РД 50-213-80 або від -23 до +60 °C під час роботи згідно з ГОСТ 30319.2;
- густина за стандартних умов – від 0,66 до 1,05 кг/м³;
- молярні частки діоксиду карбону та азоту – від 0 до 15 %.

Коректор забезпечує можливість роботи з ПЕОМ (безпосередньо або через модем), з принтером, що використовує команди управління ESP/P, і пристроєм перенесення інформації OE-RW за стандартом RS-232 зі швидкістю передачі даних 1200; 2400; 4800 або 9600 біт/с. Збільшення довжини лінії зв'язку до 1000 м забезпечується через подовжувач інтерфейсу OE-LRS232.

Основними функціональними можливостями коректора є:

1. Вимірювання поточного часу і часу обчислення об'єму газу, ведення календаря та часу доби.
2. Вимірювання температури та абсолютного тиску газу.
3. Перетворення й оброблення імпульсних сигналів, що надходять від лічильника газу.
4. Обчислення коефіцієнта перетворення, а також витрат і об'ємів газу за робочих умов та зведеного до стандартних умов.
5. Обчислення часу роботи коректора, об'єму газу за робочих умов і об'єму газу, зведеного до стандартних умов, середніх значень температури та абсолютного тиску газу за хвилину, годину й добу, та ведення хвилинного, годинного і добового архівів, що вміщують відповідно 480, 1150 та 126 записів.
6. Фіксація у часі подій, викликаних виникненням (зникненням) аварійних ситуацій і пауз у роботі коректора, і ведення архіву подій, що вміщує 2046 записів.
7. Фіксація у часі змін значень параметрів конфігурації (далі – зміни), переходу на зимовий (літній) час і ведення архіву змін, що вміщує 255 записів.
8. Можливість захищеного паролем введення з ПЕОМ значень таких параметрів конфігурації:
 - густини газу за стандартних умов у діапазоні від 0,66 до 1,05 кг/м³;
 - молярних часток діоксиду карбону та азоту в газі в діапазоні від 0 до 15 %;
 - константи за коефіцієнтом стисливості газу в діапазоні від 0,9 до 1,0.
9. Виведення інформації на дисплей коректора і на принтер – за допомогою клавіатури, а також на ПЕОМ – за запитом.

У всіх випадках підключення до коректора здійснюється через виносний блок інтерфейсу BI-RS232. Для оперативної роботи на місці експлуатації коректора може за-

стосовуватися переносна ПЕОМ. Для зчитування даних з коректора і пристрою перенесення інформації OE-RW у ПЕОМ служить програма OEMaster 06, що входить у комплект постачання коректора.

Також цікавою є лабораторна робота з проведення тепловізійного моніторингу енергоощадності будівель та споруд за допомогою тепловізійної діагностики. Тут проводиться тепловізійна зйомка зовнішніх стінових огорожувальних конструкцій з метою фіксації розподілу теплових полів по внутрішніх і зовнішніх поверхнях конструкцій і виявленню місць зі зниженими температурами і тепловтратами. Однією з основних функцій тепловізора є візуалізація розподілу температури, яка здійснюється за допомогою термограм (теплових інфрачервоних зображень). Термограма являє собою зображення, кожен піксель якого зафарбовується певним кольором (залежно від обраної палітри й діапазону подання тепловізора або ПО для оброблення тепловізійних даних). Теплові зображення є псевдокольоровими, тобто зв'язок палітри кольорів з температурою задається оператором. Існує безліч палітр, що входять до програмного забезпечення тепловізійних комплексів. На практиці частіше використовують палітри «Веселка» (Rainbow) і «Кольори розжареного заліза» (Iron). Кількість кольорів для представлення температурної матриці змінюється від 1 до 256, що пов'язано з особливостями формування зображень в операційній системі.

Термографічна зйомка (рис. 4) першого корпусу ЧНТУ проводилась за допомогою тепловізора Fluke Ti100-13120026 (свідоцтво про державну метрологічну атестацію № 05\0088 від 11.02.2014 р.) при температурі зовнішнього повітря $-1,5$ та 22 °C всередині приміщення, при відносній вологості ззовні 66 %. Температура фону визначена за допомогою «теплого дзеркала». Коефіцієнт випромінювання взятий з нормативів по фарбі. Розподіл температур фасаду щодо термозображення ЧНТУ $0,4$ до $6,7$ °C. Слід зауважити, що тепловізійна зйомка, хоча і досить інформативна, але може мати похибку, зумовлену коефіцієнтом випромінювання матеріалу стіни, відбитим сонячним випромінюванням, температурним фоном та іншими факторами. На термограмі (рис. 4, б, в) видно жовтим кольором тепловтрати та точки з температурою поверхні фасаду, також бачимо прямокутну частину з середньою температурою $-0,4$ °C, де були замінені вікна, тепловтрат там майже немає.

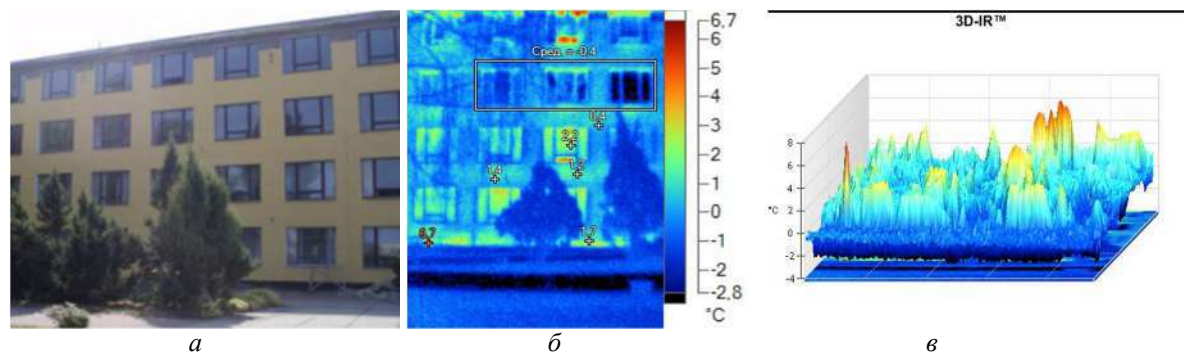


Рис. 4. Термографічна зйомка Чернігівського національного технологічного університету у м. Чернігові, вул. Шевченка, 95, від 20.02.2014 р. 9:28:34: а – фасад ЧНТУ; б – термограма; в – 3D частотно-температурна гістограма

У табл. 3 наведено основні параметри тепловізійної діагностики. Згідно з зарубіжним досвідом найважливішим, якщо не основним, інструментальним методом енергетичних обстежень у будівництві є інфрачервона тепловізійна діагностика, яка доповнена виміром потужності теплового потоку, напрямку і швидкості руху повітря, а також іншими параметрами.

Таблиця 3

Параметри термографічної зйомки

Параметр	Значення параметра
Температура фону	-1,8 °С
Коефіцієнт випромінювання	0,93
Середня температура	-0,4 °С
Межі зображення	-2,8 до 6,7 °С
Модель камери	Ti100
Розмір ІЧ-датчика	120 x 160
Серійний номер камери	Ti100-13120026
Виробник камери	FlukeThermography
Час зображення	20.02.2014 9:28:34
Серйозність	Середня

Обстеження будівель зводиться до визначення дефектів будівництва за аномаліями теплових полів. Згідно з п. 2.2 ДБН В.2.6-31: 2006 мінімально допустиме значення Rq min опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових та громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку.

Висновки. Створена навчальна лабораторія обладнана засобами для проведення метрологічних вимірів та визначення якості промислової продукції. Основними завданнями лабораторії є організаційна підтримка навчального процесу під час проведення групових занять згідно з розкладом та навчальними планами, факультативних групових занять, забезпечення індивідуальної, самостійної та наукової роботи студентів і викладачів.

Список використаних джерел

1. Цюцюра С. В. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація : навч. посібник / С. В. Цюцюра, В. Д. Цюцюра. – 2 вид. переробл. і доповн. – К. : Знання, 2005. – 242 с.
2. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю : навч. посібник / Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко, Г. Б. Сердюк. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 219 с.
3. Микийчук М. М. Актуальні питання метрологічної надійності промислових ЗВТ / М. М. Микийчук // Методи та прилади контролю якості: наук.-техн. журнал Івано-Франківського національного технічного університету нафти та газу. – 2009. – № 23. – С. 126–129.
4. Клименко А. М. Віртуальні прилади у вимірювальній лабораторії / А. М. Клименко, В. В. Стаднік, Ю. І. Скорін // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ» : зб. наук. пр. Темат. вип. : Інформатика та моделювання. – Х. : НТУ «ХПІ», 2012. – № 38. – С. 84–92.
5. Василевський О. М. Нормування показників метрологічної надійності / О. М. Василевський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 4. – С. 9–13.
6. Кортусова Ю. Ю. Особенности акредитации и испытательной лаборатории [Электронный ресурс] / Ю. Ю. Кортусова // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 3. – Режим доступа : <http://web.snauka.ru/issues/2012/03/10622>.
7. Вавилов В. П. Пессимистический аспект тепловизионного энергоаудита строительных сооружений / В. П. Вавилов // Дефектоскопия. – 2010. – № 12. – С. 49–54.
8. Вавилов В. П. Тепловизоры и их применение / В. П. Вавилов, А. Г. Климов. – М. : Интел универсал, 2002. – 88 с.
9. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – [Чинний від 2006-09-09]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 65 с.

Сахно Євген Юрійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, каб. 211 (корп. 23), м. Чернігів, 14034, Україна).

Сахно Евгений Юрьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления качеством и проектами, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, каб. 211 (корп. 23), м. Чернигов, 14034, Украина).

Sakhno Yevhen – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Quality and Project Management, Chernihiv National University of Technology (4 Bielova Str., room 211 (building 23), 14034 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: kafUYAP@ukr.net

Двоєглазова Марина Валеріївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, каб. 211 (корп. 23), м. Чернігів, 14034, Україна).

Двоєглазова Марина Валерьевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления качеством и проектами, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, каб. 211 (корп. 23), м. Чернигов, 14034, Украина).

Maryna Dvoieglazova – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department Quality and Project Management, Chernihiv National University of Technology (4 Bielova Str., room 211 (building 23), 14034 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: maryna.dvoieglazova@gmail.com

Ітченко Дмитро Миколайович – кандидат технічних наук, викладач кафедри управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, каб. 211 (корп. 23), м. Чернігів, 14034, Україна).

Итченко Дмитрий Николаевич – кандидат технических наук, преподаватель кафедры управления качеством и проектами, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, каб. 211 (корп. 23), м. Чернигов, 14034, Украина).

Itchenko Dmytro – PhD in Technical Sciences, Lecturer of Department of Quality and Project Management, Chernihiv National University of Technology (4 Bielova Str., room 211 (building 23), 14034 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: itchenko@list.ru

УДК 519-7:577.4:577.1

Виктория Дубровская, Андрей Переварюха, Инна Соловьёва

КРИЗИС ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ВАРИАНТЫ ЕЕ КОРРЕКТИРОВКИ

Вікторія Дубровська, Андрій Переварюха, Інна Соловійова

КРИЗИС ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПОПУЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ І ВАРИАНТИ ЇЇ КОРЕГУВАННЯ

Victoriia Dubrovskaia, Andrey Perevariukha, Inna Soloveva

THE CRISIS IN THE SIMULATION TECHNOLOGY OF POPULATION PROCESSES AND OPTIONS FOR ITS CORRECTION

Рассмотрены аспекты, когда незначительные факторы, такие как непостоянство знака третьей производной функции воспроизводства, приводят к иному описанию реакции популяции при промышленном воздействии. Рыбо-промышленные модели генерируют ряд нестационарных режимов, которые не когерентны статистике о критических ситуациях коллапсов запасов. Порядок переходов между периодами теоремы Шарковского не соответствует происходящим сдвигам в цикличности размножения арктических популяций. Пилообразные всплески аperiodической динамики в инвазионных гидробионтов отличаются от универсального сценария образования канторовского хаотического аттрактора, так как предполагают чередование стационарной и нерегулярной фазы с существенно превышающей амплитудой. Для описания качественных пороговых состояний биосистем предложено направленно реализовывать нелинейные эффекты с использованием функционалов ограниченного действия. Наличие субпопуляционных группировок существенно влияет на анализ промышленной статистики при прогнозировании восстановления запасов. Вклад локальных групп в эффективность воспроизводства не эквивалентен при сравнимой численности, что обсуждается при сравнении влияния репродуктивной изоляции на примере четных/нечетных стад горбуши и волжских популяций осетра.

Ключевые слова: модели популяций, циклы, эффект Олли, репродуктивная изоляция, субпопуляции рыб.

Рис.: 9. Библ.: 19.

На прикладі порівняння реальних ситуацій з можливими режимами поведінки відомих популяційних моделей за даними спостережень виділено невідповідності, які не можна усунути простим перевизначенням параметрів. Виникнення циклів періодів ступеня 2 під час бифуркації подвоєння передбачає принципово інший порядок обходу точок циклу, ніж у виражених циклах арктичних популяцій. Спостережувані спахи аperiodичної динаміки у комах шкідників відрізняються від відомого сценарію хаотизації, який, крім канторівського аттрактора, припускає додаткові властивості у русі траєкторії, що важко інтерпретувати біологічно. Запропоновано для досягнення якісної відповідності проводити цільову реалізацію з'ясованих нелінійних ефектів з використанням тригерних функціоналів. Облік здавалося б незначного фактора, що виражається в додатковій точці перегину кривої відтворення, може привести до інших висновків про властивості популяційної динаміки. Аналіз промислової статистики для моделей повинен враховувати наявність субпопуляційних угруповань. Вплив репродуктивної ізоляції локальних груп проаналізовано на прикладі даних нересту парних/непарних стад горбуші і волзьких популяцій російського та перського осетра.

Ключові слова: моделі популяцій, цикли, ефект Оллі, репродуктивна ізоляція, субпопуляції рыб.

Рис.: 9. Бібл.: 19.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

The article by comparing the actual situation with the possible modes of behavior known population models from observational data identified a number of inconsistencies that can not be removed by a simple redefinition of the parameters. The origin of cycles of periods 2 degree at doubling bifurcation involves a fundamentally different points of the tab order than the pronounced cycles of Arctic populations. We observed flashes aperiodic dynamics of insect pests differs from the well-known scenario of chaos, which in addition to Cantor attractor involves a number of additional properties in the motion path that is difficult to interpret in biology. It is proposed to achieve the quality of conformity carried out the implementation of the price explainable nonlinear effects with the use of trigger functional. Accounting for seemingly minor factor, which is expressed in an additional point of inflection reproduction can lead to other conclusions about the properties of population dynamics. Analysis of catch statistics for the models must take into account the presence of subpopulation groups. Influence of reproductive isolation of local groups discussed the example of these spawning odd / even flocks of pink salmon populations and for the Caspian Sea russian and persian sturgeon *Acipenser persicus*.

Key words: population models, cycles, bifurcation, Allee effect, reproductive isolation, fish subpopulations.

Fig.: 9. Bibl.: 19.

Введение. Дискретные модели популяций имеют ограниченный набор возможностей изменения поведения, три вида бифуркаций и три топологических типа аттракторов, потому для нас не выглядят удивительно, что они редко находят опытное подтверждение в лабораторных исследованиях. Предложено достаточное число популяционных моделей (в том числе разрабатываемых нами), так что на современном этапе вопрос ставится не об оригинальности, а о мере их связи с наблюдениями. В философско-методической монографии [1] практические перспективы моделей охарактеризованы так: «Либо они просто не адекватны и практически бесполезны для развития теоретической биологии, либо полученные с их помощью биологические результаты тривиальны». Насколько выбранные задачи для применения математических моделей в нефизических областях науки исходили из завышенных ожиданий? Большинство математиков игнорируют подобные выпады, хотя проблемы обозначились очень давно, после того как в ряде экспериментов не удалось получить циклические колебания, предсказанные известной из учебников моделью «хищник-жертва». Предоставленные своей судьбе лабораторные популяции жертв исчезали. Флуктуации численности удалось увидеть в экспериментах с паразитическими осами и зерновками, т. е. имеющей принципиальные отличия системе «паразит-хозяин», и опытах с популяцией *Tribolium castaneum* [2], где роль хищничества выполняет каннибализм в отношении преимагинальных стадий хрущака. Незатухающие колебания носили сложный аperiodический характер, что привело авторов экспериментов к мнению о нереальности описания такой динамики системой ОДУ.

После открытия сложного поведения функциональных итераций и в последующем «универсальности Фейгенбаума» некоторое время было популярно направление, где старались получить как можно более диковинный облик асимптотического множества траектории. В околопопуляционном контексте рассматривались сюрреалистические фазовые портреты, обязательно обладавшие положительными ляпуновскими показателями. Наш опыт показывает, что в современной ситуации регулярных последствий нерационального промысла для моделей, претендующих на биологическое обоснование, требуется выработка критериев и меры реалистичности. Мы не будем вслед за профессором Тутубалиным предаваться философскому скептицизму, но рассмотрим на ряде примеров неочевидные нарушения соответствия популяционной динамике режимам поведения траектории функциональных итераций и предложим некоторые методики корректировки для моделей репродуктивного процесса.

Состояние объекта и его наблюдения. Если имеются данные и уже существует модель, разработанная на основе явных представлений о причинно-следственных связях в развитии процесса, то возникает задача настройки модели согласно имеющимся данным. Однако данные были получены об объекте, находящемся в определенном состоянии и испытывающим внешнее, как говорят «управляющее» воздействие. Если объект не лабораторная популяция, и мы не можем произвольно управлять её состоя-

нием, то хорошо бы точно знать тип состояния, в котором находился объект. Еще лучше, чтобы во время наблюдений состояние не менялось.

Обратимся к работам по исследованию формирования пополнения популяций рыб. основополагающие работы в этой области моделирования изначально отличались большей практической направленностью (особенно заметно отличие от вольтеровских моделей), так как они основывались на имеющихся данных по различным популяциям, которые приводятся в виде графиков. После появления известных моделей Рикера, Кушинга или Бивертон-Холта, формализующих компенсационную, зависящую от плотности смертности молодых рыб, нужно было разработать методы для настройки параметров по данным. Было много усилий в этом направлении. Основные работы ихтиологов публиковались до того, как были сделаны фундаментальные открытия в динамике итераций. Рикер не имел понятия о теории бифуркаций, но интуитивно понимал, что возникновение циклов зависит от наклона его эмпирической кривой.

Можно сказать, что подобные двухпараметрические модели не так сложны, однако они могут включаться в состав объемных многокомпонентных моделей ихтиоценозов, как например В. В. Канторина для омуля оз. Байкал [3], В. В. Михайлова, Ю. С. Решетникова для сига оз. Севан [4], и в качестве ведущих нелинейных членов в действительности определять их качественное поведение. В разработке модели водного сообщества в [5] бифуркационным параметром для длиннопериодических колебаний оказался рост скорости накопления биомассы зоопланктона.

Задаче подбора значений параметров посвящен один из разделов методической монографии Рикера [6], где предложены все возможные способы оценки. Для построения кривых воспроизводства предлагались сложные преобразования исходных данных наблюдений. Исследователи склонны проявлять изобретательность, когда ставят цель подтвердить их теоретические предположения. Рикер логарифмировал предложенную им функцию вычисления пополнения R от запаса S : $\ln R - \ln S = \ln a - bS$.

Далее строил кривую с использованием регрессии $\ln R / S$ на S для геометрической и арифметической средней, как показано на рис. 1. для норвежской трески *Gadus morhua* L., но ни одна из линий регрессии на этом графике не отвечает опытным данным. Однако, если прочертить траекторию, то станет видно, как популяция под воздействием какого-то важного фактора после 1948 г. переместилась из устойчивого стационарного состояния в неустойчивое равновесие. Эффективность воспроизводства после 1949 г. резко падала, потом столь же резко возросла, описав петлю, вышла к минимальному за время наблюдения значения. Далее запас биоресурсов потерял промышленное значение на несколько лет (ряд данных заканчивается 1960 г.), подобное часто наблюдалось с треской и даже мойвой в норвежских водах.

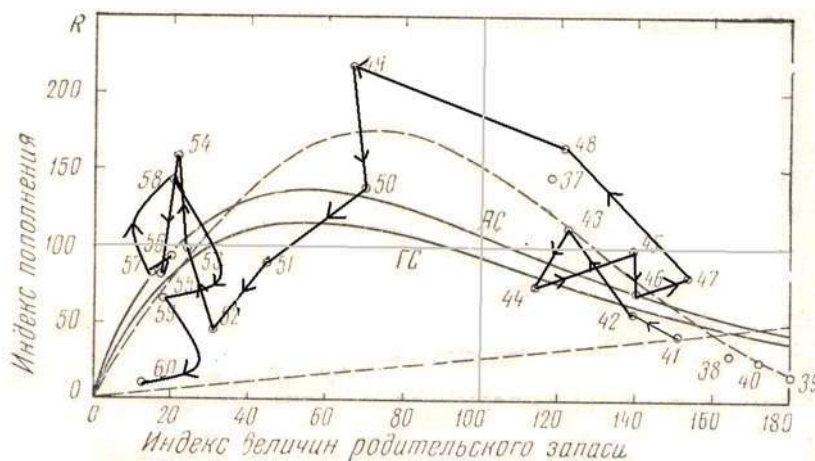


Рис. 1. Поиск эфемерной зависимости методом регрессий в [6]

На графиках рис. 1 искалась куполообразная кривая, но реальная зависимость с такой динамикой выглядит сложнее. Мы предложили альтернативную модельную зависимость родительского запаса и восполнения ситуации промысла трески (рис. 2).

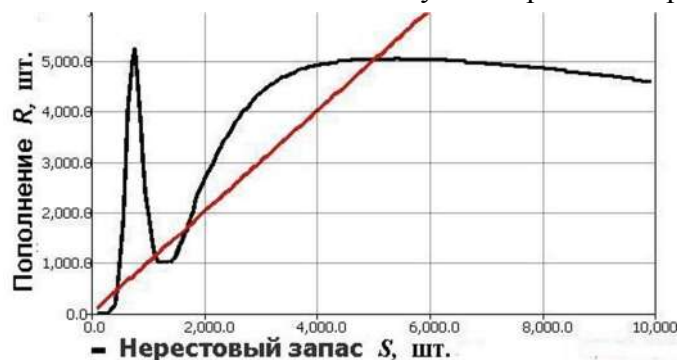


Рис. 2. Модельная зависимость с пиком и пологим куполом

Кривая с двумя экстремумами-максимумами, один из которых образует пологий купол и содержит притягивающую стационарную точку, а другой – резкий пик между нетривиальными стационарными точками равновесия. Положение минимума может определяться дополнительными внешними факторами, вызывающими масштабирование кривой вдоль оси ординат, когда вероятен сценарий притяжения траектории к тривиальному равновесию, т. е. потере промышленного значения.

Трудно предложить общую методику анализа статистики наблюдений за популяцией, рассматриваемой как естественная динамическая система, но находящейся за период наблюдений в различных режимах изменения состояния, например после селективного перелома. Обсуждение реальных наблюдений по теории формирования пополнения показывает, что проявление искомой зависимости гораздо в большей степени свойственно анадромным рыбам. Успех нереста трески сильно зависит от климатических условий. Осетровые и лососевые рыбы отличаются по продолжительности жизненного цикла, но сходны по экологическим условиям миграции на ограниченные по площади пригодные пресноводные нерестилища.

Дифференциация данных наблюдений. Другой замечательный пример попытки построения кривой воспроизводства Рикера по детерминированным данным на рис. 3 интересен с точки зрения нелинейной хаотической динамики [7]. По оси абсцисс запас, по ординат – пополнение и очень разумно оставлены даты, соответствующие значениям на графике. Обратим внимание, что точки в плоскости запас×пополнение лежат точно по стрелкам траектории, проведенным нами от биссектрисы координатного угла геометрического места стационарных точек, так как это данные о численности тихоокеанской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* с двухлетним циклом в четные годы.

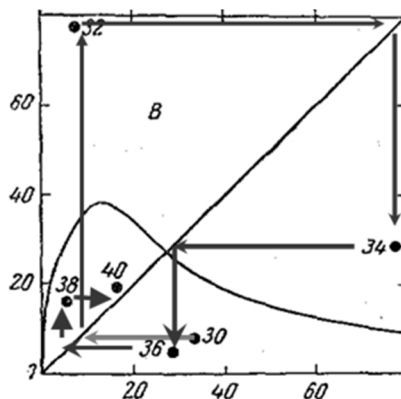


Рис. 3. Аппроксимация аperiodической траектории флуктуаций горбуши

У лососёвых рыб существуют репродуктивно изолированные «четные» и «нечетные» стада, которые приходят на нерест в реки соответственно в четные и нечетные годы, фактически размножающиеся отдельно популяции, взаимно конкурирующие за пищу в море. Численность четных и нечетных стад может значительно отличаться и в некоторых нерестовых реках одного из стад горбуши может не быть совсем. Объединенные данные учета обоих стад, взятые просто из отчетов промысла, могли совершенно не демонстрировать интересной динамики. Для горбуши одного из стад отмечаются резкие изменения численности производителей. По траектории мы предположим, что зависимость неунимодальная, но нет нетривиальной стационарной точки левее пика, ветвь кривой лежит ниже биссектрисы, и более того все возможные стационарные точки возле пика неустойчивы.

Динамика системы начиная с точки 1930 г. по имеющимся данным в строгом смысле апериодическая. Апериодическая динамика может реализовываться за счет интервального аттрактора, третьего типа по классификации предельных асимптотических множеств для итерационных систем Дж. Гукенхаймера. Однако нарисованная аппроксимационная кривая обладает единственной стационарной точкой пересечения с биссектрисой, которая, судя по приведенному графику, должна быть устойчивой под действием итераций, так как наклон касательной к кривой в точке пересечения меньше $\pi/4$, а значение производной в стационарной точке есть критерий её устойчивости. Колебаний с большой амплитудой такая кривая предсказывать не может, так как точки должны были бы группироваться в некотором ограниченном радиусе от биссектрисы координатного угла или демонстрировать стягивание, т. к. точка «34» отображается прямо на пересечении с биссектрисой, но не удерживается там.

Противоречивость бифуркаций. В [7] не сказано, что параметры моделей не равноценны по значимости при рассмотрении их влияния на структуру фазового портрета динамической системы. В предыдущей работе [8] отмечали бифуркационные изменения поведения модели Рикера, но в действительности эти свойства относятся к целому классу дискретных отображений, к которому относится и проведенная на рис. 3 аппроксимационная кривая. К тому же типу отображений относится и модель Дж. Шепарда, но модель Бивертон-Холта имеет совершенно другое качественное поведение без циклов. Данные о четной популяции горбуши заставляют усомниться в том, что для нее существует зависимость пополнения и запаса с единственным максимумом, так как динамика точек не характерна даже для случая образования хаотического аттрактора в результате накопления каскада удвоенных циклов.

В моделях Рикера и Шепарда существует возможность появления при бифуркациях циклов всех степеней 2, в результате бесконечного каскада таких удвоений поведение траектории хаотизируется. Но трактовка параметров, при увеличении которых происходят бифуркации удвоения периода, в этих двух моделях диаметрально противоположна. На рис. 4. цикл из четырех периодических точек модели Рикера, между двумя верхними и нижними точками были раздвоившиеся точки, но порядок обхода из верхней ветви в нижнюю и обратно сохраняется при всех удвоениях.

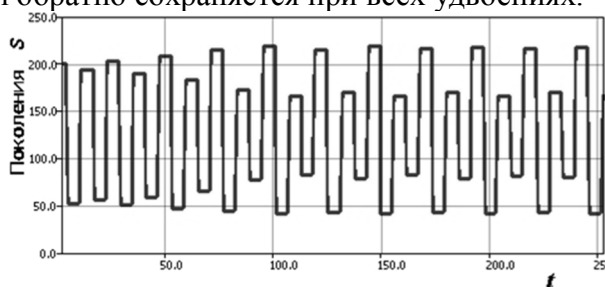


Рис. 4. Цикл периода 2^2 , возникший в модели Рикера

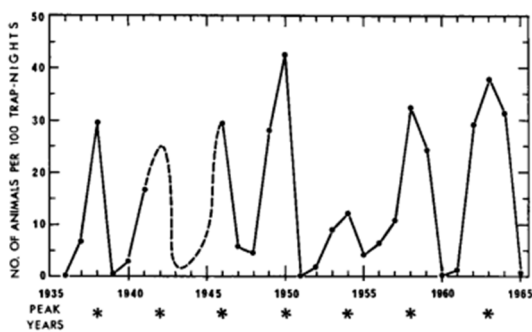


Рис. 5. Реальная 4-летняя цикличность популяции полевки из [10]

Для полевки *Myodes rufocanus* рис. 5 это монотонные перестановки на возрастание с явным пиком в конце 4-летнего периода, и в конце сдвиг к 5-летнему, звездочками отмечены годы мышинных пиков.

Согласно модельным циклам периода 2^n не будет периодов депрессии и резких переходов к обилию грызунов, а симметричные колебания вокруг бывшего равновесия.

Для некоторых стад лососевых свойственны длиннопериодические циклические колебания с постепенным приближением к наибольшим значениям (рис. 6). В отличие от грызунов мы видим постепенное снижение после пиковых значений.

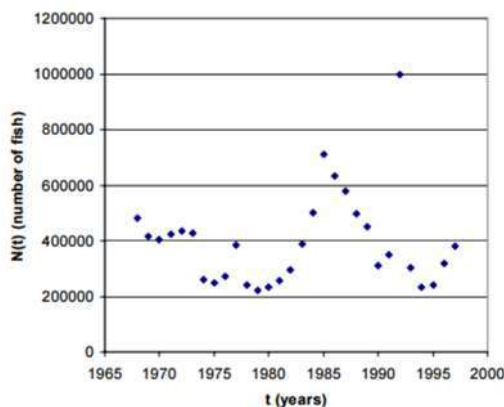


Рис. 6. Годовая численность лосося в Британской Колумбии

В дискретных итерациях получить такую динамику проблемно. Нами предложен способ дополнять правые части дифференциальных уравнений убыли поколений непрерывно-событийной вычислительной системы специальными триггерными функционалами. Краткое включение действие функционала редуцирует «по ходу» число стационарных точек. В разработанной нами модели удалось описать ситуацию вспышки численности австралийской псиллиды – вредителя эвкалиптов рис. 7 из [11].

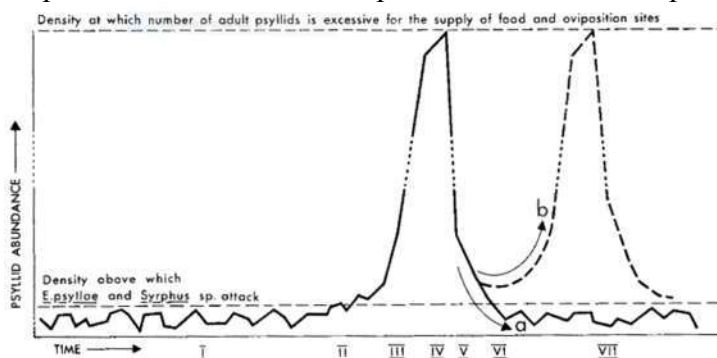


Рис. 7. Сценарий вспышки эвкалиптовой псиллиды по Кларку

В имеющей два пороговых состояния имитационной модели повторяющихся вспышек вредителя, вызывающих дефолиацию леса, после обратной касательной бифуркации траектория будет резко падать в режим малочисленных колебаний рис. 8.

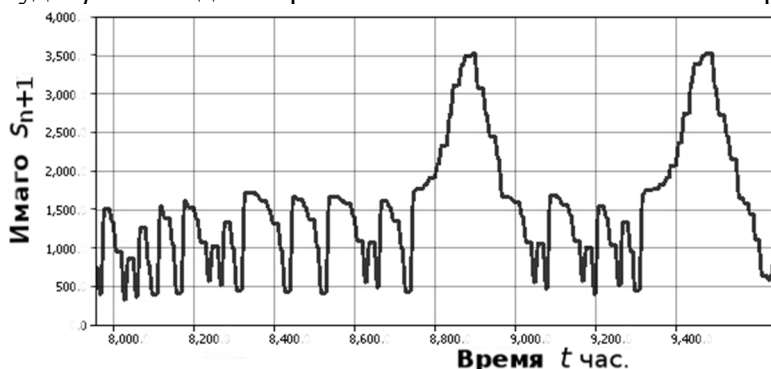


Рис. 8. Модельная динамика повторяющихся вспышек псиллиды

Необычную динамику медленного скольжения с пиковых значений на рис. 6 мы можем объяснить тем, что ряд данных включает все виды лососевых рыб. Мы имеем наблюдения не о настоящей популяции, а о наборе репродуктивно изолированных в реальности групп, для которых помимо конкуренции свойственен каннибализм [12].

Предлагаемые критерии. Будем рассматривать отображение класса гладкости C^2 отрезка прямой R^1 в себя задаваемой функцией $f(x)$, которая будет интерпретироваться, как связь между нерестовым стадом и образовавшимся пополнением у рыб неперекрывающимися поколениями. Пусть неподвижная точка отображения зависит от нескольких параметров: $x^* = x^*(a, b)$, но $f'_x(x^*) = p(a)$, $f'(x) \neq 0$ если $x \neq c$, $f''(c) \neq 0$ и пусть для $f(x; x \neq c)$ всюду определен дифференциальный инвариант Шварца:

$$S_f = \frac{f'''(x)}{f'(x)} - \frac{3}{2} \left(\frac{f''(x)}{f'(x)} \right)^2.$$

В случае функции Рикера имеем: $f'(x) = ae^{-bx}(1 - bx)$, $f''(x) = abe^{-bx}(bx - 2)$, третья производная $f'''(x) = ab^2e^{-bx}(3 - bx)$ и n -порядка: $f^{(n)}(x) = a(-1)^n b^{n-1} e^{-bx}(bx - n)$.

Оценим знак шварциана, сохраняющийся для всех, $f(f(\dots(x)\dots)) \equiv f^n(x)$:

$$S_f = b^2 \frac{-b^2 x^2 + 4bx - 6}{2(1 - bx)^2} \text{ и очевидно } S_f < 0 \text{ для } x \in \mathbb{R}.$$

Стационарная точка функции Рикера зависит от двух параметров: $x^* = \ln a / b$, но критерий устойчивости однопараметрическая функция x^* теряет устойчивость при $f'(x^*) = -1$ критерий устойчивости: $f'(x^*) = 1 - \ln a$. При $a = e^2$, $f'(x^*) = -1$ наблюдается следующая ситуация для второй итерации $f^2(x)$ в теряющей устойчивость точке x^* :

$$\frac{df^2(x^*)}{dx} = 1, \quad \frac{d^2 f^2(x)}{dx^2} = f''(f(x))(f'(x))^2 + f'(f(x))f''(x),$$

$$\frac{d^2 f^2(x^*)}{dx^2} = f'(x^*)f''(x^*)(f'(x^*) + 1) = 0.$$

И шварциан: $S_{f^2(x^*)} = \frac{d^3 f^2(x^*)}{dx^3}$, так как известно $S_{f^2} < 0$, а следовательно $df^2(x) / dx$ при $a = e^2$ имеет в x^* локальный максимум и так происходит бифуркация, по-

являются устойчивые циклические точки, являющиеся стационарными точками для второй итерации. Отрицательный знак шварциана служит критерием для возможности реализации бесконечного каскада бифуркаций удвоения периода цикла. Более того, это является следствием фундаментальной теоремы Д. Сингера [13], доказавшего, что отображение унимодальной функции с отрицательным $S_f < 0$ (критерии Сингера) может иметь не более одной устойчивой траектории и эта траектория является ω -предельным множеством для критической точки $c: f'(c) = 0$.

Предложенная Рикером биологическая модель с математической точки зрения классифицируется как SU -отображение, для которого выполняются условия теоремы Д. Сингера. Модель Рикера отличается от объектов, которые исследовались Фейгенбаумом и в других работах, по универсальности (обычно квадратичного полинома) наличием точки перегиба $f''(x_s) = 0, x_s = 2/b$ и точек, где обращаются в ноль старшие производные $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) \rightarrow 0$, означает, что хаотический аттрактор может увеличиваться неограниченно, так как не возникнет такого явления, как граничный кризис аттрактора.

Не относятся к данному классу отображений дискретно-непрерывная модель, предложенная нами в [8] для анализа порогового эффекта в воспроизводстве истощенного промыслом каспийского осетра. Отметим, что сложная, выявленная нами, зависимость может объясняться тем, что в данных учета объединены данные по двум видам – русскому и персидскому осетру. В природе для этих морфологически близких видов существует температурная изоляция, выражающаяся в разных сроках нереста.

Для незнакопостоянности инварианта S_f достаточно получить зависимость с двумя точками c_1, c_2 , такими что $f''(c_1) = f''(c_2) = 0$. Нарушение критериев Сингера совсем не означает, что динамика итераций зависимости обязательно будет тривиальной.

Иногда более успешно применяются виды зависимостей казалось бы не соответствующие наблюдаемой форме расположения точек на графике, так в [14] отмечается, что данные по уловам сибирского осетра в верховьях Оби приводят к куполообразной форме кривой с плоской вершиной, но выбрана автором [14] и используется модель Бивертон-Холта – дуга гиперболы. В интересной работе [15] о прогнозировании достаточно парадоксального увеличения эффективности воспроизводства камчатского кижуча лучшее соответствие показала альтернативная модель теории формирования пополнения Шепарда: $f(x) = ax \left(1 + (x/K)^b\right)^{-1}$, где $a > 1$ интерпретируется аналогично модели Рикера, K так же, как и в известном дифференциальном уравнении П. Ферхюльста: лимитирующий фактор ограниченной емкости среды, степень воздействия которого определяются показателем b . Модель претендовала на универсальность в теории зависимости запаса и пополнения рыб [16].

Модель Шепарда с точки зрения теории бифуркаций отображений на R^1 :

$$x^* = K \sqrt[b]{a-1}, \frac{df(x)}{dx} = \frac{(K^b + x^b) a K^b - ab (Kx)^b}{(K^b + x^b)^2},$$

$$\frac{df(x^*)}{dx} = \frac{a - ba + b}{a} > 0 \text{ при } b < 1.$$

Теория универсальности нелинейных систем разработана только для однопараметрического случая [17]. В ограниченном диапазоне значений параметра a , имеющих смысл, бифуркации удвоения периода возникают при изменении показателя степени $b \gg 1$. При $b < 1$ критических точек нет, при $b = 2$ функция имеет критическую точку $x = K$. Вторая производная в критической точке:

$$\frac{d^2 f(x)}{dx^2} = -\frac{a}{4K},$$

и функция имеет максимум при данных условиях. В случае модели Шепарда мы имеем сложную параметрическую зависимость для аналитического анализа бифуркаций и так ихтиологическая практика ставит проблемы для математики. Оценка и поиск хаотических свойств в биосистемах стала отдельным направлением [18].

Сущностная *популяционная интерпретация* нелинейных эффектов в моделях Рикера и Шепарда оказывается прямо противоположной. Рассмотрев изменение поведения модели Рикера, можно сформулировать следующую гипотезу:

Параметр a характеризует репродуктивный потенциал, а это для популяций стабильная величина, плодовитость биологических видов имеет эволюционно сложившееся значение, и непонятен вопрос: почему она должна резко увеличиваться, т. е. происходить переход от K -стратегии выживания к r -стратегии? Скорее возможен случай вынужденного уменьшения средней популяционной плодовитости из-за селективного вылова быстро растущих рыб, когда преимущество при оставлении потомства получают тугорослые генетические формы.

Возможен вариант, когда популяция способна генерировать дополнительное поколение, размножаться не два, а три раза. Подобное отмечается для насекомых и грызунов. Но данный случай нельзя просто описать увеличением репродуктивного параметра, нужно пересмотреть модельные сроки жизненного цикла. Флуктуации свойственны не только видам с большой индивидуальной плодовитостью, так называемым r -стратегам. В Национальном парке Крюгера решено держать численность популяции слонов в 7000, равновесной по подсчетам экологов для среды. Добиться теоретически предсказанной стабилизации не удается и постоянно приходится бороться флуктуациями численности (рис. 9), отстрелами проводить прореживание, так как считается, что слоны начинают серьезно повреждать растительность [19].

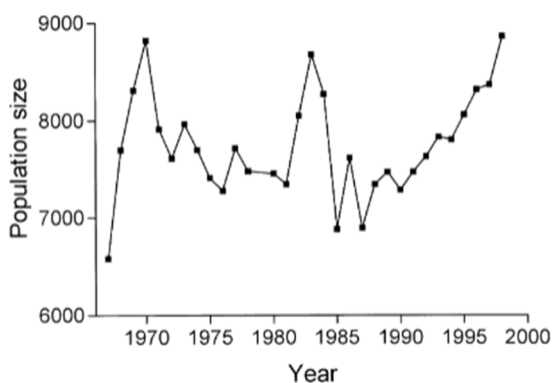


Рис. 9. Динамика численности слонов в парке Крюгера

В модели Шепарда появление циклов периода 2^n происходит при увеличении степени действия лимитирующих факторов среды. Можно предположить, что одна из двух моделей принципиально неадекватна, либо заключить, что каскад бифуркаций и ряд других сложных нелинейных эффектов (окоп периодичности, перемежаемости, внутреннего кризиса хаотического аттрактора) для SU -отображений не имеет сущностной популяционной интерпретации. Отсюда следующее предложение, что функциональная зависимость, соответствующая условиям теоремы Сингера, будет выходить за пределы применимости в популяционной динамике при непредсказуемых интервалах значений модельных параметров.

Заключение. Модель функциональной зависимости вида «запас-пополнение» не должна сохранять знакопостоянный шварцман, т. е. не должно происходить удвоений

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

до бесконечного периода. Полагаем для практических случаев достаточно цикла периода 2^2 , а критерием служат две точки перегиба. Более сложные виды колебаний можно рассматривать как вложение циклов. Так на графике динамики полевки мы видим численность, подсчитанную осенью, но при этом полевки могут продуцировать не единственное поколение за сезон. Так как одно поколение оказывается зимующим, то целесообразно рассматривать динамику различных поколений разными зависимостями. Композиционная зависимость в виде $f_1(f_2(S))$ получит незнакопостоянный шварцман.

Для случая с осетром Каспия нам было важно рассмотреть в модели воспроизводства ситуацию приближения к минимальной для выживаемости численности нерестового стада, но как оказалось, подобные зависимости будут иметь и другие отличия динамики. Можно выдвинуть критерии, при соблюдении которых модель сохранит адекватность, если рассмотреть известный в популяционной биологии эффект Олли применительно к удельной скорости роста и дать интерпретацию величине $y = df(x)/dx$. Предложим условия, накладываемые на производную: не должна быть унимодальной функцией, а именно: $y(x)$ должна достигать максимума на промежутке $(0, c)$; иметь минимум на промежутке (c, d) , где $y(c) = 0, y(d) < 0$; иметь горизонтальную асимптоту $\lim_{x \rightarrow \infty} y(x) = 0$. Таким образом, учет проявления на графике действия эффекта

Олли, выражающегося в непропорциональном падении эффективности воспроизводства относительно сокращающегося нерестового запаса, практически расширит рамки возможности интерпретации результатов вычислительного моделирования. В качестве перспективного направления можно расценивать генетическое разнообразие популяции, например, когда скорость роста рыб связана с частотой встречаемости одного из альтернативных аллельных генов.

Поддержка. Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-37-00028 для молодых ученых «Разработка непрерывно-событийной вычислительной модели эффективности воспроизводства каспийской севрюги в условиях неопределенности репродуктивной изоляции субпопуляционных группировок».

Список использованных источников

1. *Математическое моделирование в экологии: историко-методологический анализ* / В. Н. Тугубалин и др. – М. : Языки русской культуры, 1999. – 208 с.
2. *Experimentally induced transitions in the dynamic behavior of insect populations* / R. F. Costantino et al. // *Nature*. – 1995. – Vol. 375. – P. 227–230.
3. *Конторин В. В.* Математическое моделирование популяции байкальского омуля / В. В. Конторин. – М., 1980. – 208 с.
4. *Михайлов В. В.* Имитационная модель рыбной части сообщества озера Севан / В. В. Михайлов, Ю. С. Решетников // *Проблемы автоматизации научных и производственных процессов*. – Л. : Наука, 1985. – С. 56–61.
5. *Долгопериодные* эндогенные колебания численности популяций рыб / А. Е. Бобырев и др. // *Математическое моделирование. Биофизика*. – 2013. – Т. 58, № 2. – С. 334–348.
6. *Рикер У. Е.* Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб / У. Е. Рикер. – М. : Пищевая промышленность, 1979. – 408 с.
7. *Ricker W. E.* Two mechanisms that make it impossible to maintain peak period yields from stocks of Pacific salmon and other fishes / W. E. Ricker // *J. of the Fisheries Research Board of Canada*. – 1973. – Vol. 30. – P. 1275–1286.
8. *Переварюха А. Ю.* Нелинейные эффекты и проблемы интерпретации в моделировании управляемых биологических процессов / А. Ю. Переварюха // *Технические науки и технологии*. – 2012. – № 3. – С. 166–176.
9. *May R. M.* Qualitative Stability in Model Ecosystems / R. M. May // *Ecology*. – 1973. – Vol. 54. – P. 638–641.

10. *Krebs C. J.* Population Cycles in Small Mammals / C. J. Krebs, J. H. Myers // *Advances in Ecological Research.* – 1974. – Vol. 8. – P. 267–399.
11. *Clark L. R.* The population dynamics of *Cardiaspina albitextura* (Psyllidae) / L. R. Clark // *Australian Journal of Zoology.* – 1964. – Vol. 12, № 3. – P. 362–380.
12. *Гришин В. Н.* Современные проблемы пресноводной аквакультуры / В. Н. Гришин. – М.: РУДН, 2008. – 138 с.
13. *Singer D.* Stable orbits and bifurcations of the maps on the interval / D. Singer // *SIAM journal of applied math.* – 1978. – Vol. 35. – P. 260–268.
14. *Журавлев В. Б.* К методике изучения численности популяций редких и исчезающих видов рыб / В. Б. Журавлев // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета.* – 2012. – Т. 2, № 23. – С. 20–27.
15. *Фельдман М. Г.* Прогнозирование подходов лососевых (на примере кижуча западной Камчатки) с использованием моделей экстраполяции временных рядов и моделей «запас-пополнение» / М. Г. Фельдман, Е. А. Шевляков, Ж. Х. Зорбиди // *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана.* – 2014. – № 34. – С. 87–106.
16. *Sheperd J.G.* A versatile new stock-recruitment relationship for fisheries, and the construction of sustainable yield curves / J. G. Sheperd // *J. Cons. Intern. Explor. Mer.* – 1982. – V. 40. – P. 67–75.
17. *Collet P.* Universal properties of maps of an interval / P. Collet, J. Eckmann, O. E. Lansford // *Gomm. Math. Phys.* – 1980. – Vol. 76, № 3. – P. 211–254.
18. *Шелудько А. С.* Алгоритм гарантированного оценивания параметра одномерного хаотического отображения / А. С. Шелудько, В. И. Ширяев // *Информационные технологии.* – 2015. – № 1. – С. 30–34.
19. *Aarde R. van.* Culling and the dynamics of the Kruger National Park African elephant population / R. van Aarde et al. // *Animal Conservation.* – 1999. – Vol. 2. – P. 287–294.

Дубровская Виктория Андреевна – аспирант, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (ул. 14-линия, 39, г. Санкт-Петербург, 199178, Россия).

Дубровська Вікторія Андріївна – аспірант, Санкт-Петербурзький інститут інформатики та автоматизації РАН (вул. 14-лінія, 39, м. Санкт-Петербург, 199178, Росія).

Dubrovskaja Victoria – PhD student, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (39, 14-line Str., 199178 Saint-Petersburg, Russia).

E-mail: torry_2902@mail.ru

Переварюха Андрей Юрьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (ул. 14-линия, 39, г. Санкт-Петербург, 199178, Россия).

Переварюха Андрій Юрійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Санкт-Петербурзький інститут інформатики та автоматизації РАН (вул. 14-лінія, 39, г. Санкт-Петербург, 199178, Росія).

Perevaryukha Andrey – PhD in Technical Sciences, Senior Research Fellow, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (39, 14-line Str., 199178 Saint-Petersburg, Russia).

E-mail: madelf@pisem.net

Соловьева Инна Владимировна – кандидат физико-математических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет (Университетский просп. 35, Петергоф, г. Санкт-Петербург, 198504, Россия).

Соловійова Інна Володимирівна – кандидат фізико-математичних наук, доцент, Санкт-Петербурзький державний університет (Університетський просп. 35, Петергоф, м. Санкт-Петербург, 198504, Росія).

Soloveva Inna – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University (35 University Av., Peterhof, 198504 Saint-Petersburg, Russia).

E-mail: inna.solovyeva@gmail.com

Алексей Никифоров, Иван Менайлюк, Михаил Ершов

ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОТИВОАВАРИЙНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Олексій Нікіфоров, Іван Менайлюк, Михайло Єршов

ВИБІР АЛЬТЕРНАТИВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПРОТИВАВАРІЙНИХ ЗАХОДІВ ТА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБМЕЖЕНЬ

Aleksei Nikiforov, Ivan Meneiliuk, Michail Ershov

THE SELECTION OF ALTERNATIVES DURING EMERGENCY REPAIR AND CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL CONSTRAINS

Проанализированы конструктивно-технологические решения проекта противоаварийных мероприятий инженерного сооружения на примере радиобашии им. Шухова. Приведены результаты экспериментально-статистического моделирования и оптимизации проекта в условиях заданных ограничений по возможным технологическим условиям проведения работ и по величине показателей эффективности проекта. Рекомендованы оптимальные условия проведения строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: экспериментально-статистическое моделирование, реконструкция, высотные инженерные сооружения, численные методы оптимизации.

Рис.: 3. Табл.: 1. Библ.: 5

Проаналізовано конструктивно-технологічні рішення проекту протиаварійних заходів інженерної споруди на прикладі радіобашии ім. Шухова. Наведено результати експериментально-статистичного моделювання та оптимізації проекту в умовах заданих обмежень щодо можливих технологічних умов проведення робіт та за величиною показників ефективності проекту. Рекомендовані оптимальні умови проведення будівельно-монтажних робіт.

Ключові слова: експериментально-статистичне моделювання, реконструкція, висотні інженерні споруди, чисельні методи оптимізації.

Рис.: 3. Табл.: 1. Библ.: 5

The paper contains analysis of structural and technological project solutions of emergency repair works on engineering structures on the example of Shukhov tower in Moscow. The results of experimental statistical modeling and optimization of the project in a given technological constraints on the possible conditions of work and performance indicators of the project are presented. Optimal conditions for carrying out construction works are recommended.

Key words: experimental statistical modelling, reconstruction, high-rise structures, numerical methods of optimization.

Fig.: 3. Tabl.: 1. Bibl.: 5.

Введение. В Украине и за её пределами имеется большое количество высотных инженерных сооружений. Большая часть из них эксплуатируется десятки лет и более. Многие высотные инженерные сооружения требуют проведения ремонтно-восстановительных работ, а некоторые – противоаварийных. Реализация таких проектов требует значительных затрат. Как правило, существует множество вариантов выполнения работ по реконструкции. Они могут иметь различную стоимость, сроки выполнения. Специфика некоторых объектов требует определённого графика работ (только в ночную смену, использование ограниченного количества людей или календарного времени). В нормативных документах и изученных информационных источниках отсутствуют указания по выбору эффективных организационно-технологических решений при реконструкции таких сооружений. Поэтому такие работы требуют моделирования и последующей оптимизации по наиболее важным критериям.

Использование традиционных методов моделирования строительных процессов не даёт возможности оценить эффективность вариантов организационно-технологических решений. Моделирование таких вариантов и анализ экспериментально-статистических моделей позволит определить лучшее решение по выбранным критериям эффективности.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является выбор конструктивно-технологических альтернатив противоаварийных мероприятий при реконструкции высотных инженерных сооружений в условиях заданных ограничений на примере радиобашии им. Шухова. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать алгоритм численной оптимизации конструктивно-технологических решений проекта противоаварийных мероприятий.
2. Провести численный эксперимент и построить аналитические и графические зависимости исследуемых показателей от влияющих факторов.
3. Рекомендовать оптимальные варианты производства строительного-монтажных работ при конструктивно-технологических ограничениях.

Для решения задачи оптимизации проекта противоаварийных мероприятий радиобашни им. Шухова был проведён численный эксперимент по моделированию вариантов организационных решений этих работ. При проведении численного исследования использовались теории оптимального планирования эксперимента, экспериментально-статистического моделирования, современное программное обеспечение для построения календарно-сетевых моделей строительного производства [1; 2; 3].

Решение задач оптимизации состоит из этапов, показанных на рис. 1.

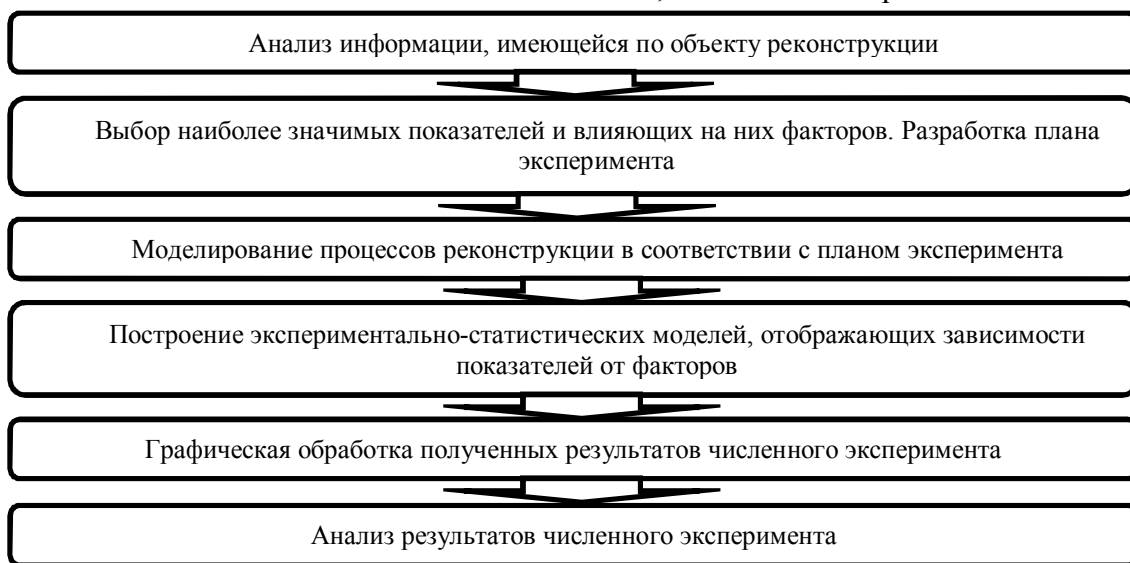


Рис. 1. Блок-схема методики исследования

Проведение численного исследования по разработанному алгоритму позволит обоснованно выбрать оптимальные конструктивно-технологические решения по проведению комплекса восстановительных работ в сложных организационных условиях при ограниченном финансировании [4]. При проведении исследования была использована сметная документация, отражающая актуальные затраты на проведение строительного-монтажных работ. Построение графиков строительства позволило корректно отобразить последовательность и принятые технологические решения при проведении высотных монтажных работ. Таким образом, настоящее исследование даёт количественную оценку альтернатив реализации проекта при изменяющихся вариантах организации комплекса восстановительных работ, условий финансирования и имеющихся ограничений.

Объектом оптимизационного исследования является процесс возведения временных несущих конструкций. Их назначение – поддерживать аварийное сооружение до и во время работ по реконструкции. Оптимизация конструктивно-технологического решения направлена на удешевление и ускорение процесса возведения временных конструкций и их демонтажа после восстановления основных конструкций башни. Обязательным условием при этом является полная сохранность объекта культурного наследия – башни им. Шухова.

Для оптимизации проекта противоаварийных работ было проведено экспериментально-статистическое моделирование процесса возведения временных опор. В процессе моделирования были исследованы следующие показатели:

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

- длительность монтажа временных несущих конструкций (Y_1);
- интенсивность финансирования проекта (Y_2).

Прямые затраты приняты в соответствии со сметной документацией с учётом необходимых сметных коэффициентов и начислений. При расчёте условно-постоянных расходов применялась ставка, равная 500 тыс. р./мес. На показанные выше показатели наиболее существенное влияние оказывают следующие факторы:

1. Конструктивно-технологическое решение устройства временных несущих конструкций (КТР) – предполагает два варианта:

а) устройство с помощью сварных соединений временных несущих конструкций в виде полых колонн с последующим заполнением бетоном до отметки +24,65 м – КТР1;

б) устройство временных несущих конструкций в виде полых колонн с заполнением бетоном до отметки +1,50 м, при использовании фланцевых соединений и при условии увеличении толщины стенок трубных элементов – КТР2.

2. Степень укрупнения монтируемых элементов колонн (X_1) – предполагает условно непрерывное изменение степени укрупнения элементов в пределах веса одного монтируемого элемента от 1 до 10 т. Это соответствует минимально и максимально возможному весу элементов с учётом условий производства работ и техники безопасности.

3. Количество рабочих, занятых на монтаже металлоконструкций (X_2) – принято в пределах от 5 до 15 человек. Фактор учитывает возможность постановки одного, двух или трёх полиспастов обслуживания. При этом общее количество рабочих разделяется на звенья в соответствии с наличием полиспастов.

Матрица результатов эксперимента приведена в табл. В ней показаны значения показателей в различных точках факторного пространства, а также уровни варьирования факторов, при которых были получены соответствующие значения показателей.

Таблица

Матрица результатов исследования

№ п.п.	Степень укрупнительной сборки монтируемого элемента МК колонн (X_1), %	Количество рабочих, занятых на монтаже МК (X_2), чел.	Длительность монтажа МК (Y_1), раб. дней	Интенсивность финансирования проекта (Y_2), тыс. р./мес.	№ п.п.	Степень укрупнительной сборки монтируемого элемента МК колонн (X_1), %	Количество рабочих, занятых на монтаже МК (X_2), чел.	Длительность монтажа МК (Y_1), раб. дней	Интенсивность финансирования проекта (Y_2), тыс. р./мес.
Конструктивно-технологическое решение №1 – КТР1					Конструктивно-технологическое решение №2 – КТР2				
1.1	0	5	316	7 160,38	2.1	0	5	269	7 903,22
1.2	50	5	229	8 878,23	2.2	50	5	198	9 396,64
1.3	100	5	221	9 162,19	2.3	100	5	189	9 645,06
1.4	0	10	158	11 205,90	2.4	0	10	134	12 116,72
1.5	50	10	114	13 272,85	2.5	50	10	99	13 832,59
1.6	100	10	110	13 594,12	2.6	100	10	94	14 050,34
1.7	0	15	105	13 923,76	2.7	0	15	89	14 836,34
1.8	50	15	76	15 978,70	2.8	50	15	66	16 396,89
1.9	100	15	73	16 285,84	2.9	100	15	63	16 642,98

По результатам регрессионного анализа [5] были построены аналитические модели изменения показателей проекта противоаварийных мероприятий. Формулы 1 и 2 являются ЭС-моделями показателя «длительность монтажа временных несущих конструкций» в аналитическом виде (при КТР1 и КТР2). Формулы 3 и 4 являются ЭС-моделями

показателя «интенсивность финансирования проекта» в аналитическом виде (при КТР1 и КТР2).

$$Y_1^{\text{КТР1}} = \text{EXP}(4,744 - 0,179 x_1 + 0,14 x_1^2 + \bullet - 0,549 x_2 + 0,144 x_2^2); \quad (1)$$

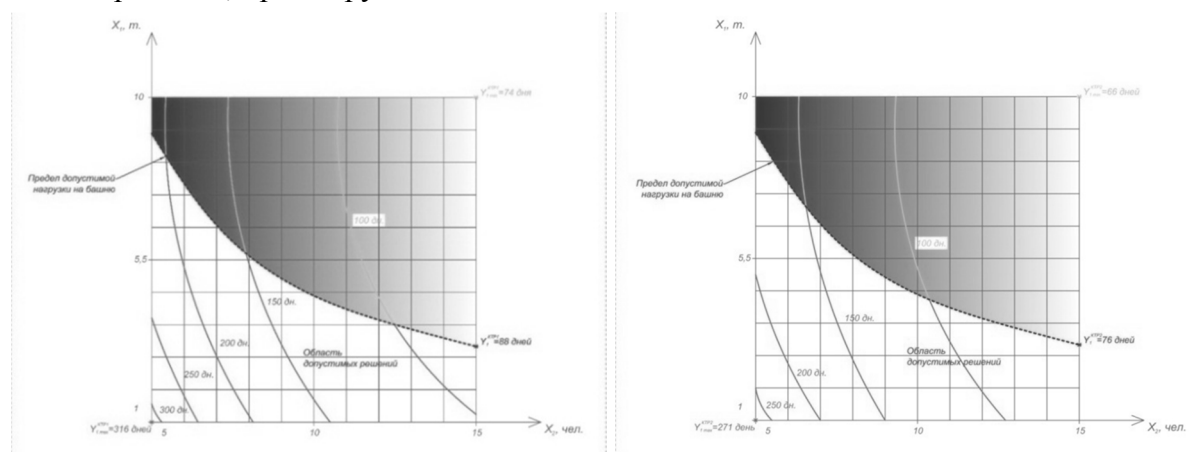
$$Y_1^{\text{КТР2}} = \text{EXP}(4,593 - 0,167 x_1 + 0,138 x_1^2 + 0,012 x_1 x_2 - 0,541 x_2 + 0,152 x_2^2); \quad (2)$$

$$Y_3^{\text{КТР1}} = \text{EXP}(9,494 + 0,1 x_1 - 0,075 x_1^2 - 0,022 x_1 x_2 + 0,305 x_2 - 0,11 x_2^2); \quad (3)$$

$$Y_3^{\text{КТР2}} = \text{EXP}(9,535 + 0,077 x_1 - 0,058 x_1^2 - 0,021 x_1 x_2 + 0,289 x_2 - 0,108 x_2^2); \quad (4)$$

По результатам технического обследования состояния Шуховской башни возникла ситуация, при которой приложение нагрузок к аварийной конструкции было существенно ограничено. Была решена задача поиска минимально возможного значения показателя «длительность монтажа временных несущих конструкций» при максимально допустимой дополнительной нагрузке, равной 9 т, без учёта веса полиспастов обслуживания и грузозахватных приспособлений.

Данная задача может быть решена графическим способом. Рассмотрим рис. 2. Область допустимых значений на данном рисунке ограничена красной кривой. Любая точка данной кривой имеет значение дополнительной нагрузки на башню им. Шухова, равное 9 т, при различных сочетаниях уровней факторов X_1 и X_2 . Для обоих вариантов КТР наименьшее значение показателя находится в точке ($X_1=3$ т.; $X_2=15$ чел.): $Y_{1\text{огр.}}^{\text{КТР1}} = 88$ дн.; $Y_{1\text{огр.}}^{\text{КТР2}} = 76$ дн. При адаптации данного решения к технологическим реалиям это равно использованию трёх полиспастов, каждый из которых обслуживается одним звеном рабочих, при нагрузке на каждый полиспаст не более 3 т.



Конструктивно-технологическое решение №1 – КТР1 Конструктивно-технологическое решение №2 – КТР2

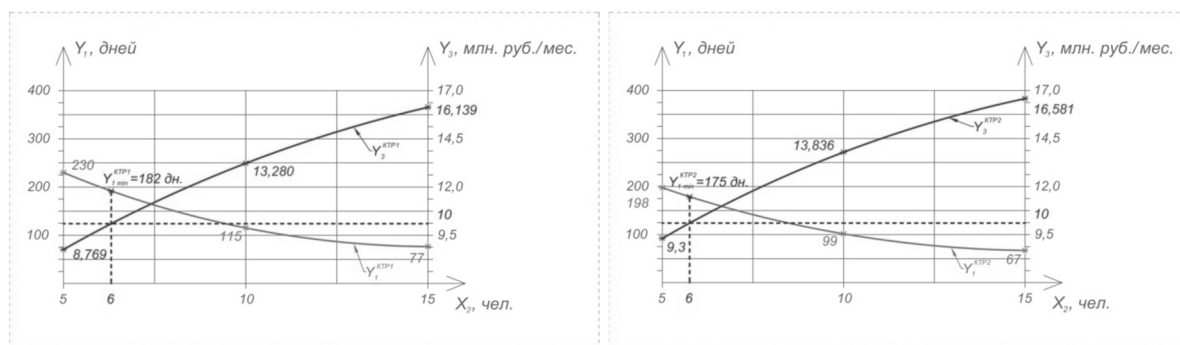
Рис. 2. Закономерности изменения показателя «длительность монтажа временных несущих конструкций» при ограничении по допустимой нагрузке 14 т

Рассмотрим задачу поиска минимально возможного значения показателя «длительность монтажа временных несущих конструкций» при следующих ограничениях:

– Ограничение по показателю «интенсивность финансирования проекта» – $Y_{3\text{огр.}} \leq 10$ млн р./мес.

– Ограничение по уровню фактора «степень укрупнения монтируемых элементов колонн» не более 5 т – $X_1 = 0$.

Указанные ограничения и исследуемый показатель приведены на рис. 3. На данном рисунке красными линиями обозначены ограничение по значению показателя, а также уровень фактора X_2 , при котором достигается минимальное значение длительности монтажа М/К. При КТР1 оно равно 182 дня. Для устройства временных металлоконструкций в такие сроки потребуется привлечение не более, чем 1 звена в составе 6 человек. При КТР2 минимальный срок несколько ниже – 175 дней. При этом также требуется привлечение 6 человек.



Конструктивно-технологическое решение №1 – КТР1 Конструктивно-технологическое решение №2 – КТР2

Рис. 3. Совмещённая диаграмма изменения показателей «длительность монтажа временных несущих конструкций» и «интенсивность финансирования проекта» при ограничениях ($Y_3 \leq 10$ млн р./мес.; $X_1 = 0$)

Выводы:

1. При ограничении максимальной технологической нагрузки 9 т, наименьшее значение длительности достигается при использовании трёх полиспастов, каждый из которых обслуживается звеном рабочих из 5 человек, при нагрузке на каждый полиспаст не более 3 т: для КТР1 – 88 дн.; для КТР2 – 76 дн.

2. При ограничении по показателю «интенсивность финансирования проекта» - $Y_{огр.} \leq 10$ млн р./мес. и по уровню фактора «степень укрупнения монтируемых элементов колонн» не более 5 т – $X_1 = 0$ возможно достичь минимальной длительности работ при привлечении 6 человек: при КТР1 – 182 дн.; при КТР2 – 175 дн.

Список использованных источников

1. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
2. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – 2-е изд. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
3. Налимов В. В. Теория эксперимента / В. В. Налимов. – М. : Наука, 1971. – 208 с.
4. Краковский Г. И. Планирование экспериментов / Г. И. Краковский, Г. Ф. Филаретов. – Минск : БТУ, 1982. – 757 с.
5. Вознесенский В. А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В. А. Вознесенский, Т. В. Ляшенко, Б. Л. Огарков. – К. : Вища школа, 1989. – 328 с.

Никифоров Алексей Леонидович – аспирант кафедры технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ул. Дидрихсона, 4, г. Одесса, 65029, Украина).

Нікіфоров Олексій Леонідович – аспірант кафедри технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури (вул. Дідрихсона, 4, м. Одеса, 65029, Україна).

Nikiforov Aleksei – PhD student of Department of Technology of Building Industry, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (4 Didrichsona Str., 65091 Odessa, Ukraine).

E-mail: aleksey-nikiforov@mail.ua

Менейлюк Иван Александрович – кандидат технических наук, Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ул. Дидрихсона, 4, г. Одесса, 65029, Украина).

Менейлюк Іван Олександрович – кандидат технічних наук, Одеська державна академія будівництва та архітектури (вул. Дідрихсона, 4, м. Одеса, 65029, Україна).

Meneiliuk Ivan – PhD in Technical Science, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (4 Didrichsona Str., 65091 Odessa, Ukraine).

E-mail:

Ершов Михаил Николаевич – кандидат технических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой технологии и организации строительного производства, Московский государственный строительный университет (Ярославское шоссе, 26, г. Москва, 129337, Россия).

Єршов Михайло Миколайович – кандидат технічних наук, професор, заступник завідувача кафедрою технології та організації будівельного виробництва, Московський державний будівельний університет (26 Ярославське шосе, 129337 м. Москва, Росія).

Ershov Michail – PhD in Technical Sciences, Professor, Deputy of Header of Department of Technology and Organization of Building Industry, Moscow State Building University (26 Yaroslavskoe shosse Str., 129337 Moscow, Russia).

E-mail:

До пам'яті видатних науковців

Кукуруза Валентин Дмитрович – академік Інженерної академії України та Української нафтогазової академії, брав активну участь у роботі секцій ІАУ «Нафтогазові технології», «Геологія, видобування і переробка корисних копалин».

Народився Валентин Дмитрович у 1933 році у с. Тернівка Вінницької області, сільську школу закінчив з медаллю. Після завершення навчання у Московському нафтовому інституті імені І.М. Губкіна у 1956 р. з кваліфікацією гірничого інженера-геофізика був направлений на роботу в Україну, де протягом 20 років очолював геофізичні партії з пошуку скупчень нафти й газу на територіях Херсонської, Запорізької та Одеської областей, в акваторіях Азовського і Чорного морів. У 1974 році переїздить до м. Чернігова на роботу у Чернігівське відділення Українського державного геологорозвідувального інституту, де до 1990 року працює завідувачим дослідницькою лабораторією. За цей період було науково обґрунтовано основні положення нового нетрадиційного методу електрофізичного прогнозу нафтогазоносності (ЕПНГ) та виконано великий обсяг польових досліджень на родовищах основного нафтогазовидобувного регіону України – Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) та виявлено певні прогнозні об'єкти для пошуків скупчень нафти і газу. На деяких із них було проведено пошукове буріння та відкрито нові родовища.

У 1993 році В.Д. Кукуруза створив науково-впроваджувальну фірму «НДРнафтогаз», тут метод ЕПНГ був значно вдосконалений, польові й камеральні роботи переведені на комп'ютерні технології, тривалість оцінювання нафтогазоносності об'єкта було зменшено до двох тижнів. Метод ЕПНГ вперше надав можливість виявити не тільки поклади нафти й газу до буріння свердловин, але і встановити глибину їх залягання та контур продуктивності, цим методом було знайдено понад 150 прогнозних ділянок, на деяких із них було проведено пошукове буріння та оперативно відкрито нові родовища нафти й газу в ДДЗ і перше нафтове родовище на Прикерченському шельфі Чорного моря. Під час застосування цього нетрадиційного методу оцінювання нафтогазоносності прогнозних структур до буріння досить дорогих пошукових та розвідувальних свердловин ефективність геологорозвідувальних робіт підвищується в 2,5–3 рази (з традиційних 30–35 до 90 %), що дає можливість значно прискорити та здешевити відкриття нових родовищ нафти й газу. Роботи з використанням цих нових прогресивних технологій успішно були виконані в Україні, Білорусі, Росії, Узбекистані, Таджикистані.

В.Д. Кукуруза – автор 150 публікацій, його монографія «Геоэлектрические факторы в процессах формирования нефтегазоносности недр» використовується не тільки фахівцями нафтогазової галузі, але і як навчальний посібник нового напрямку в геології нафти та газу.

Для широкого загалу читачів цікавим є науково-популярне видання «К раскрытию тайн “загадочных” катастроф в Бермудском треугольнике и Черном море», де науково доведено хибність позицій прихильників НЛО та описано причини різноманітних загадкових явищ природи.

26 січня 2016 року пішов із життя Валентин Дмитрович Кукуруза – відомий в Україні та за її межами фахівець нафтогазової галузі, вчений-геофізик, доктор геолого-мінералогічних наук. До останньої миті він жив планами на майбутнє, був націлений на відкриття нових родовищ нафти і газу. Пам'ять про Валентина Дмитровича назавжди залишиться у наших серцях.





Тенн Олександр Іванович – академік Інженерної Академії України, брав активну участь у роботі секції ІАУ «Хімічні технології та інженерна біотехнологія».

Народився 12 липня 1952 року. Після закінчення Київського політехнічного інституту у 1973 році за спеціальністю «Машини і апарати виробництв хімічних волокон» робив у Всесоюзному науково-дослідному інституті машин для виробництва синтетичних волокон (АТ «Хімтекстильмаш») понад сорок років. Працюючи інженером-конструктором, науковим співробітником, начальником відділу, першим заступником голови правління з наукової роботи, вчений здійснював розроблення нового обладнання та його ефективно впровадження на підприємствах галузі, підтримував інтеграцію науковців та виробників у межах міжнародних наукових конференцій «Техніка і технологія хімволокон», «Індустрія пластмас та гумовотехнічних виробів».

Серед останніх публікацій О.І. Тенн у галузі хімволокон – «Основні принципи виробництва капронової кордної тканини марки 30 КНТС з використанням на стадії формування машини НФ-1000КР-18, модернізованої вузлами КУНФ-3», «Лінія компаундування марки ЛК-450» (для отримання полімерних композиційних матеріалів з поліаміду 6 первинного та вторинного). Починаючи з 1990 року значна увага науковця була приділена створенню обладнання для отримання рослинної олії. За цей період колективом АТ «Хімтекстильмаш» виготовлено понад 200 одиниць обладнання – агрегати для отримання рослинної олії, жаровні, шнекові маслопреси, інактиватори, редуктори та ін.

13 жовтня 2015 року залишається останньою сумною датою у житті О. І. Тенна, який зробив багато корисного і заслуговує на нашу пам'ять.

**ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТА ПОДАЧІ РУКОПИСІВ
НАУКОВИХ СТАТЕЙ ДО НАУКОВОГО ЖУРНАЛУ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**

Вимоги щодо підготовки рукописів статей для публікації у науковому журналі «Технічні науки та технології», який внесено до переліку наукових фахових видань, затвердженого Наказом Міністерства освіти і науки України від 13.07.2015 р. № 747. З 2010 року входить до міжнародної наукометричної бази даних eLIBRARY.RU (ліцензійний договір № 246-04/2013 від 29 квітня 2013 року).

Шановні дописувачі!

Спочатку просимо надіслати Вашу статтю, рецензію та довідку про автора (ів), оформлені за наведеними нижче вимогами, для попереднього розгляду редакційною колегією журналу «Технічні науки та технології». Після отримання позитивного відгуку прохання сплатити вартість статті і надсилати весь пакет документів до відділу науково-дослідної частини ЧНТУ.

1. Для публікації статті у журналі «Технічні науки та технології» необхідно в обов'язковому порядку подати:

- електронний варіант статті, оформленої за зразком (Додаток А);
- рецензію на статтю за підписом доктора наук;
- довідку про авторів, заповнену за наведеним бланком (Додаток Б). Звертаємо Вашу увагу, що ім'я та по батькові автора(ів) **подаються повністю**;
- квитанцію про сплату вартості публікації наукової статті (Додаток В);

2. **Вимоги до наукової статті.** Наукова стаття повинна відповідати тематичному спрямуванню збірника.

Статтю можна подавати однією з трьох мов: українською, російською, англійською.

Обсяг статті повинен бути таким: мінімум – 5 повних сторінок, максимум – 10 сторінок (остання сторінка має бути заповнена не менш ніж на 3/4).

Стаття подається у роздрукованому вигляді, а також надсилається електронною поштою на адресу: chntu.ndch@gmail.com. Текст статті набирається з використанням комп'ютерних текстових редакторів Word for Windows 97/2000/XP.

3. **Структура статті.** До друку у науковому журналі «Технічні науки та технології» приймаються лише наукові статті, які мають такі необхідні елементи: *УДК. Автор (и). Назва статті. Анотації. Ключові слова. Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Мета статті. Виклад основного матеріалу. Висновки і пропозиції. Список використаних джерел. Інформація про автора (ів).*

4. **Параметри сторінки повинні бути такими:**

Формат А4 (210×297 мм).

Поля: верхнє, нижнє та бокові – 25 мм.

Верхній і нижній колонтитули, а також номери сторінок не вводити. Текст повинен бути вирівняний по ширині аркуша.

**КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ У СТАТТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЧНОЇ
РОЗСТАНОВКИ ПЕРЕНОСІВ ТА АВТОМАТИЧНИХ СПИСКІВ. УСІ СПИСКИ
ПРОСТАВЛЯЮТЬСЯ У РУЧНОМУ РЕЖИМІ!**

5. **Вимоги до оформлення структурних елементів статті.**

5.1. *УДК* – шрифт Times New Roman (кегель 12), курсив, вирівнювання по лівому краю без абзацу.

Автори – *ім'я та прізвище* кожного автора починати з нового рядка (шрифт Times New Roman (кегель 12), розміщення по центру, без абзацного відступу, курсив). Дані про авторів подаються трьома мовами.

Назва статті – шрифт Times New Roman (кегель 12). Подається прописними напівжирними літерами, вирівнювання по центру без абзацу, трьома мовами.

Анотація – шрифт Times New Roman (кегель 9), курсив, вирівнювання по ширині, абзацний відступ 0,63 см, одинарний інтервал. В анотації має бути чітко сформульована головна ідея статті та коротко обґрунтована її актуальність (обсяг – 8–10 рядків). У статті подаються анотації трьома мовами: українською, російською, англійською.

Ключові слова – шрифт Times New Roman (кегель 9), вирівнювання по ширині, абзацний відступ 0,63 см, одинарний інтервал. Ключові слова подаються трьома мовами. Кількість ключових слів – 5–7. **Після ключових слів (кожною з мов) вказувати загальну кількість таблиць, рисунків та використаних джерел (Додаток А).**

Основний текст – текст статті з заголовками (вирівнювання по ширині, абзац – 0,63 см, шрифт Times New Roman (кегель 12), одинарний інтервал).

Розділи статті (Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Мета статті. Виклад основного матеріалу. Висновки і пропозиції. Список використаних джерел) подаються таким шрифтом: Times New Roman, кегель 12, напівжирний, звичайний. Після назви розділу статті ставиться крапка і продовжується текст самої статті.

Обов'язково у кінці статті подаються дані про авторів (трьома мовами):

- прізвище, ім'я та по батькові (повністю) – кегель 8, напівжирний;
- науковий ступінь, вчене звання, посада автора (ів) – кегель 8;
- місце роботи автора (ів) та **адреса організації** – кегель 8;
- електронна адреса автора (ів) (Додаток А) – кегель 8.

5.2. Інтервали між елементами статті такі:

- УДК – автори – 1;
- автори – назва статті – 1;
- назва статті – анотація – 1;
- анотація – ключові слова – 0;
- ключові слова – основний текст – 1;
- основний текст – назва таблиці (верхній край рисунка) – 1;
- назва таблиці – її верхній край (нижній край рисунка – їхні назви) – 1;
- нижній край таблиці (назва рисунка) – основний текст – 1;
- основний текст – список використаних джерел – 1;
- список використаних джерел – перелік джерел – 1.
- інформація про автора (ів) – 1.

6. Цитати, таблиці, статистичні дані, цифрові показники, що підвищують рівень аналітичних матеріалів, подаються з посиланням на джерела. Відповідальність за наведені показники несе автор.

Рисунки і таблиці необхідно подавати у статті безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці.

6.1. Ілюстрації (рисунки та чорно-білі фотографії)

Під час виконання рисунків рекомендується використання Microsoft Visio 2007 (2003). За умови використання закладеної графіки Microsoft Word рисунки повинні бути згрупованими. Шрифт рисунків Times New Roman, кегель 12, курсив.

Рисунки позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах статті. Якщо у статті є лише один рисунок, він не нумерується. Пояснювальні підписи, номер рисунка, його назву розміщують послідовно під ілюстрацією.

Наприклад:

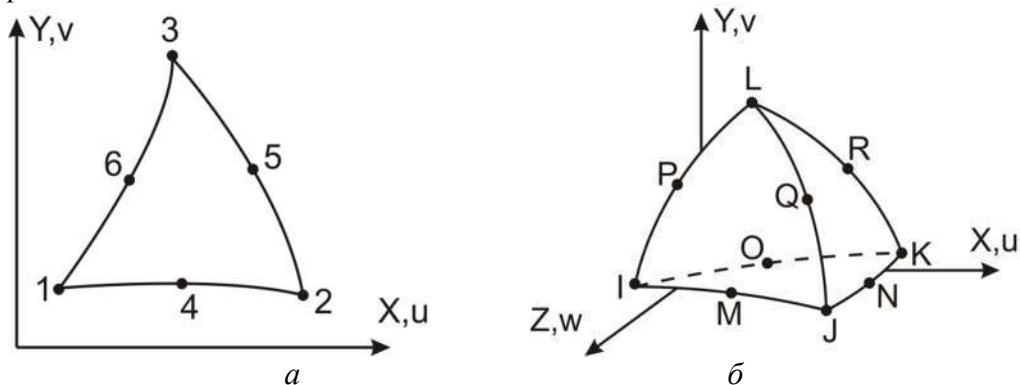


Рис. 3. Види скінченних елементів:

a – 6-вузловий плоский скінченний елемент і *б* – 10-вузловий об'ємний скінченний елемент

6.2. Таблиці

Цифровий матеріал, що наводиться у статті, як правило, повинен оформлятися у вигляді таблиць.

Розмір тексту таблиць – кегель 12. Усі таблиці повинні мати заголовки. Нумераційний заголовок таблиць (кегель 12) вирівнюють по правому краю таблиці, тематичний заголовок таблиці (по центру, кегель 12, курсив). **Усі графи таблиць повинні мати назву.**

Наприклад:

Таблиця 1

Граничні значення режимів різання

№ досл.	V_k , м/с	$V_{дет} = V_k/60$	t , мм	$Q_{гр}$, мм ² /с	a_z , МКМ	$a_{z\max}$	$n/n_{різ}$
1	20	333	0,033	11	5,32	10,17	10/6
2	40	667	0,033	13	3,04	5,83	11/7
3	60	1000	0,028	18	2,01	3,78	15/10
4	80	1333	0,026	26	1,64	3,07	19/12
5	90	1500	0,025	38	1,59	2,84	25/16

Якщо таблиця не вміщується на одній сторінці, всі її колонки нумерують, а над перенесеною частиною таблиці справа надписують: «Закінчення табл. 1».

6.3. Формули

Використовуючи формули, необхідно дотримуватися певних правил.

Великі, довгі та громіздкі формули, які мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують усередині рядків тексту.

Стиль формул: хімічні формули набирають прямим шрифтом. Формули, на які є посилання, нумерують арабськими цифрами в круглих дужках праворуч, не виходячи за поле. Формули необхідно вирівнювати по лівому краю сторінки. Між ними та текстом витримується інтервал в один рядок. Обов'язково подають розшифрування літерних позначень величин у формулах. Для набору позначень фізичних величин використовують редактор формул Microsoft Equation для WINDOWS.

Наприклад:

Пропонується зношення круга визначати пропорційним кількості зрізів більших граничного значення $(a_z)_{\max}$:

$$Q_a(a_z) = C_1 \cdot a_z^{k_1} \cdot F(a_z) + C_2 \cdot a_z^{k_2} (1 - F(a_z)), \quad (1)$$

де $k_1 < 1$, $k_2 > 1$ – показники ступенів при товщині зрізу;

$F(a_z)$, $(1 - F(a_z))$ – значення інтегральної функції розподілення розрахункової товщини зрізів, які визначають частку товщини зрізів, менших та більших вказаного граничного значення

*a*₂. Інтегральна функція розподілу ймовірностей товщини стружок була знайдена за моделлю процесу шліфування в роботі [7].

7. Список використаних джерел необхідно складати за вимогами ВАК України (Бюлетень ВАК України № 5, 2009), розміщувати бібліографічні записи за алфавітом чи у послідовності їхніх перших згадувань в основному тексті статті.

Заголовок «Список використаних джерел» слід розміщувати посередині рядка, шрифт Times New Roman, кегель 12, напівжирний, а список джерел – 11 кегель.

8. Оплата публікації. Опублікування наукових статей у журналі «Технічні науки та технології» є платним. Вартість публікації 1 сторінки наукової статті становить **50 грн** (прохання обов'язково уточнювати вартість публікації). Оплата підтверджується квитанцією, зразок якої наведений у Додатку В.

9. Контактна інформація.

Матеріали необхідно надсилати на адресу: 14027, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95, корп. 1, к. 242 (науково-дослідна частина). Всі документи, що містять підписи та печатки, повинні бути відсканованими.

Контактна особа: Подимова Людмила Анатоліївна.

Робочий тел.: (04622) 3-42-44.

E-mail: chntu.ndch@gmail.com.

Науковий журнал «Технічні науки та технології» розміщено на сайті Чернігівського національного технологічного університету, де можна переглянути останні номери видання:

<http://tst.stu.cn.ua/>

Відповідальність за матеріали, наведені у статті, несе автор.
Неправильно оформлені автором стаття та супровідні документи, що не відповідають зазначеним вимогам, розглядатися не будуть.

Редакція розглядає надходження публікації та супровідних документів (рецензії, довідки про авторів тощо) як згоду дописувача (ів) щодо передачі авторського права на використання твору (тиражування, розповсюдження т. ін.).

УДК 621.3.08

Володимир Войтенко, Оксана Федорова, Роман Єршов

**ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ТА ОБРОБЛЕННЯ
БІОЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ**

Владимир Войтенко, Оксана Федорова, Роман Ершов

**ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ
БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**

Volodymyr Voitenko, Oksana Fedorova, Roman Yershov

**ELECTRONIC SYSTEM FOR BIOELECTRICAL SIGNAL REGISTRATION AND
PROCESSING**

Методи запису біопотенціалів, що генерує мозок, серце або м'язи, мають два основних аспекти застосування: медичний та дослідницький. Медична діагностика в умовах стаціонару найчастіше спирається на такі методи неінвазивних досліджень, в яких використовується громізка та вартісна апаратура. Водночас актуальною проблемою залишається автономний контроль та поточний моніторинг стану людини як з метою своєчасного виявлення критичних станів, так і для визначення реакцій на ті чи інші впливи.

Роботу присвячено вирішенню завдання створення дослідницького комплексу, який вміщує пристрій для попереднього оброблення біоелектричних сигналів, перетворення їх у цифрову форму та введення до персонального комп'ютера з метою наступного аналізу й відпрацювання алгоритмів функціонування портативної автономної електронної системи, яка розробляється вперше.

Ключові слова: біоелектричні сигнали, біопотенціал, аналого-цифровий перетворювач, візуалізація.

Рис.: 4. Бібл.: 16.

Методы записи биопотенциалов, генерируемых мозгом, сердцем или мышцами, имеют два основных аспекта применения: медицинский и исследовательский. Медицинская диагностика в условиях стационара в настоящее время чаще всего опирается на такие методы неинвазивных исследований, в которых используется громоздкая и дорогостоящая аппаратура. В то же время актуальной проблемой остается автономный контроль и текущий мониторинг состояния человека как с целью своевременного выявления критических состояний, так и для определения реакций на те или иные воздействия.

Работа посвящена решению задачи создания исследовательского комплекса, содержащего устройства для предварительной обработки биоэлектрических сигналов, преобразования их в цифровую форму и ввода в персональный компьютер с целью последующего анализа и отработки алгоритмов функционирования разрабатываемой портативной автономной электронной системы.

Ключевые слова: биоэлектрические сигналы, биопотенциал, аналого-цифровой преобразователь, визуализация.

Рис.: 4. Библ.: 16.

Methods to record bio-potentials generated by the brain, heart and muscles have two main application aspects: one in medicine and another one in research. Medical diagnostics in hospital conditions is currently mainly based on non-invasive research methods that use bulky and expensive equipment. At the same time, autonomous control and current monitoring of the human state remains an important problem from two perspectives: to timely identify critical conditions and to detect the reaction to specific impacts.

This article seeks to develop a research complex that would contain devices for a preliminary processing of bioelectric signals, their transformation into digital form and their input to a personal computer. These signals will then be used to analyze and process the functioning algorithms of a portable autonomous electronic system under development.

Key words: bioelectric signals, bio-potential, analog-digital converter, visualization.

Fig.: 4. Bibl.: 16.

Примітка: * якщо немає одного із компонентів, то не потрібно нічого зазначати (наприклад, Табл. 0 не ставити).

Постановка проблеми. ...

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ...

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. ...

Мета статті. Головною метою цієї роботи є ...

Виклад основного матеріалу. ...

Висновки і пропозиції. ...

Список використаних джерел

1. Sörnmo L. Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications / L. Sörnmo, P. Laguna. – Elsevier, 2005. – 688 p.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

2. *Petrenas A.* An Echo State Neural Network for QRST Cancellation During Atrial Fibrillation / A. Petrenas, V. Marozas, L. Sörnmo, A. Lukosevicius // IEEE Trans. on Biomedical Engineering. – 2012. – Vol. 59, Num. 10. – P. 2950–2955.
3. *Gil E.* Heart Rate Turbulence Analysis Based on Photoplethysmography / E. Gil, P. Laguna, J. P. Martínez, O. Barquero-Pérez, A. García-Alberola, L. Sörnmo // IEEE Trans. on Biomedical Engineering. – 2013. – Vol. 60, Num. 11. – P. 3149–3155.
4. *Sandberg F.* Prediction of Intradialytic Hypotension using PPG and ECG / F. Sandberg, R. Bailon, D. Hernando, P. Laguna, J. P. Martínez, K. Solem, L. Sörnmo // Computing in Cardiology. – 2013. – Vol. 40. – P. 1227–1230.
-
9. *Жадин М. Н.* Биофизические основы формирования электроэнцефалограммы / М. Н. Жадин. – М. : Наука, 1984. – 198 с.
10. *Шагас Ч.* Вызванные потенциалы мозга в норме и патологии / Ч. Шагас. – М. : Мир, 1975. – 318 с.
11. *Рутман Э. М.* Вызванные потенциалы в психологии и психофизиологии / Э. М. Рутман. – М. : Наука, 1979. – 642 с.
12. *Эберт Г.-Х.* Простой анализ ЭКГ / Г.-Х. Эберт. – М. : Логосфера, 2010. – 283 с.
13. *Коломиец С. Н.* Введение в ЭКГ / С. Н. Коломиец. – Одесса : ОНМУ, 2012. – 84 с.
14. *Николаев С. Г.* Практикум по клинической электромиографии / С. Г. Николаев. – Иваново : Государств. мед. академия, 2003. – 260 с.
15. *ADS129x* Low-Power, 8-Channel, 24-Bit Analog Front-End for Bio-potential Measurements (Rev. K). Texas Instruments production data SBAS459K. – 2010 (rev. August 2015).
16. *LPC2148* Education Board. User's Guide. – Embedded Artists AB, 2007.

Войтенко Володимир Павлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри промислової електроніки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Войтенко Владимир Павлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленной электроники, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Voitenko Volodymyr – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Industrial Electronics Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).
E-mail: volodymyr.voytenko@inel.stu.cn.ua

Федорова Оксана Олександрівна – студент магістратури, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Федорова Оксана Александровна – студент магистратуры, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Fedorova Oksana – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: sanafedorova@gmail.com

Єршов Роман Дмитрович – магістр комп'ютерної інженерії, асистент кафедри промислової електроніки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Ершов Роман Дмитриевич – магистр компьютерной инженерии, ассистент кафедры промышленной электроники, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Yershov Roman – master in computer engineering, lecturer-assistant of Industrial Electronics Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: roman.d.yershov@gmail.com

Додаток Б*Бланк для оформлення довідки про автора***ДОВІДКА ПРО АВТОРІВ**

Дані про авторів	Українською мовою	Російською мовою	Англійською мовою
Прізвище			
Ім'я			
По батькові			
Науковий ступінь			
Вчене звання			
Почесне звання			
Місце роботи			
Посада			
Назва статті			
Обсяг статті			
Поштова адреса, на яку необхідно надсилати примірник збірника			
Контактна інформація	роб. тел.		
	дом. тел.		
	моб. тел.		
	e-mail		

Додаток В
Бланк квитанції для оплати публікації

Заява на переказ готівки	Дт	<input type="text" value="1002"/>	Ідентифікаційний код	<input type="text" value="05460798"/>	
	Кт	<input type="text" value="31254264106996"/>			
	Одержувач платежу	<u>ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</u>			
	Дата здійснення операції	_____			
	Дата валютування	_____			
			Код установи банку	<input type="text" value="820172"/>	
	Найменування установи банку	<u>ДКСУ</u>			
	Прізвище, ім'я, по-батькові платника	_____			
	Адреса платника	_____			
	Призначення платежу	_____ за видання у збірнику 25010100			
Касир			Сума	<input type="text"/>	
	Загальна сума	_____ (словами)			
	Підпис платника	_____			
	Квитанція	Дт	<input type="text" value="1002"/>	Ідентифікаційний код	<input type="text" value="05460798"/>
		Кт	<input type="text" value="31254264106996"/>		
		Одержувач платежу	<u>ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</u>		
		Дата здійснення операції	_____		
		Дата валютування	_____		
				Код установи банку	<input type="text" value="820172"/>
		Найменування установи банку	<u>ДКСУ</u>		
Прізвище, ім'я, по-батькові платника		_____			
Адреса платника		_____			
Призначення платежу		_____ за видання у збірнику 25010100			
Касир			Сума	<input type="text"/>	
	Загальна сума	_____ (словами)			
	Підпис платника	_____			

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (3)

Головний редактор	В.В. Казимир
Відповідальний за випуск	О.І. Пилипенко
Літературний редактор	Л.М. Сила
Коректор	О.С. Смєлова
Комп'ютерна верстка і макетування	В.М. Олефіренко
	Т.В. Коваленко

Підписано до друку 28.03.2016. Формат 60x84/8. Друк різнографія.

Гарнітура Times New Roman. Умов. друк. арк. – 31,9.

Тираж 300 пр. Замовлення № 320/16.

Редакційно-видавничий відділ Чернігівського національного технологічного університету
14027, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
вигоцівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4802 від 01.12.2014 р.